



Vlaanderen

is mobiliteit
openbare werken

Onderzoek naar de mogelijkheden van emissievrije stedelijke distributie

DEPARTEMENT
MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN

www.vlaanderen.be/mow

Een studie in opdracht van het Departement Mobiliteit en Openbare Werken (afdeling Beleid) van de Vlaamse overheid in samenwerking met de Vlaamse Milieumaatschappij

Koen Mommens, Claire Schelfhout en Cathy Macharis
Mobilise - Vrije Universiteit Brussel

Stefan Sallinger en Lieselot Vanhaverbeke
Mobi - Vrije Universiteit Brussel

Fleur Mercelis en Laura Tavernier - **REBEL**
Mark Van Kerkhof en Nils Hooftman - **The New Drive**

Wouter Rubens, Laura Cuppers en Julie Swerts - **GD&A Advocaten**

Juridische kennisgeving:

De inhoud van deze publicatie reflecteert niet noodzakelijkerwijs deze van het Departement Mobiliteit en Openbare Werken of andere instellingen van de Vlaamse overheid.

Contact:

Klaas van Cauwenberg
Team Intelligent en Duurzaam Transport - afdeling Beleid
E-mail: beleid@mow.vlaanderen.be

April 2024

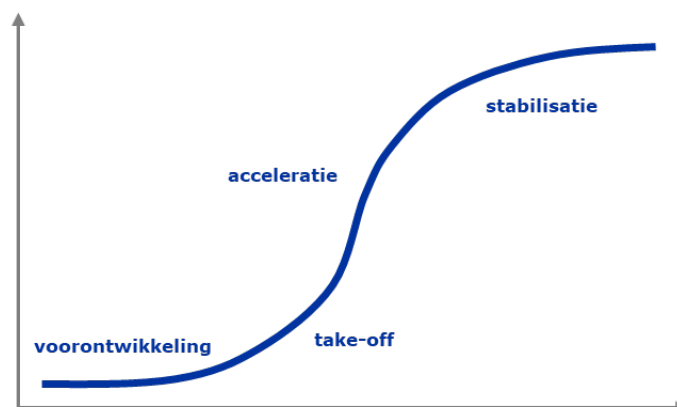


1 Inleiding

Reeds in 2011 stelde de Europese Commissie in hun Witboek Transport dat stedelijke distributie tegen 2030 emissievrij georganiseerd dient te worden. Ondertussen zijn we twaalf jaar verder, en de nood aan emissievrije logistiek is er niet minder op geworden. Zowel de uitstoot van broeikasgassen die de klimaatopwarming veroorzaken als de uitstoot van luchtpolluenten die een impact hebben op onze gezondheid en omgeving vormen een belangrijk probleem in onze steden. De transportsector en goederenvervoer in het bijzonder dragen daarbij een belangrijke verantwoordelijkheid. De transportsector staat in voor 19,7% van de CO₂-uitstoot (VMM, 2023). Het is de enige sector die, samen met tertiaire verwarming, haar emissies ook niet wist te reduceren in de afgelopen 30 jaar. Goederenvervoer staat in voor ongeveer 35% van die uitstoot, goed voor een uitstoot van 8,3 miljoen ton aan CO₂-equivalent in 2019. In steden vertegenwoordigen voertuigen bestemd voor het goederenvervoer 10% van de voertuigbewegingen, maar staan ze wel in voor 25% van de CO₂-emissies en tot een derde van de fijn stof uitstoot (Lebeau & Macharis, 2014). Een transitie naar een emissievrije stedelijke distributie dient zich aan. In het transitie denken wordt een duurzaamheidstransitie door Grin et al. (2010) gedefinieerd als *“een radicale transformatie richting een duurzame samenleving, in respons op een aantal persistente problemen waarmee de moderne maatschappij geconfronteerd wordt”*.

De huidige stedelijke distributie wordt nog niet emissievrij georganiseerd. Er kan uitgegaan worden dat stedelijke distributie in de toekomst emissievrij zal plaatsvinden. Dit onder andere door het Europees beleid dat emissiereducties voor nieuwe vrachtwagens oplegt. Tegen 2025 wordt van nieuwe N2 en N3 vrachtvoertuigen een reductie van de CO₂-emissies met 15% verwacht ten opzichte van 2019. Tegen 2030 wordt de gevraagde inspanning verdubbeld tot 30% (Europese Commissie, 2019). Op moment van schrijven ligt er daarenboven een voorstel klaar om deze laatste doelstelling te verhogen naar 45% in 2030 en naar 90% tegen 2040. Zo zal het goederenvervoer over de weg tegen 2050 nagenoeg emissievrij verlopen, en in steden vermoedelijk wat vroeger.

De transitie naar emissievrije stedelijke distributie kan echter versneld worden. Transitie worden vaak beschreven aan de hand van een curve, zoals weergegeven in onderstaande figuur. Een transitie begint met een voorontwikkelingsfase waarin er antwoorden op de vastgestelde problematiek worden gezocht en uitgetest. Sommige oplossingen falen, anderen zijn meer succesvol. Maar er zijn geen zichtbare veranderingen in het systeem. Vanaf een bepaald punt in de tijd worden één of meerdere oplossingen dermate succesvol dat hun ontwikkeling en gebruik aanslaat binnen bepaalde nichemarkten (take-off fase). Het veranderingsproces komt op gang en zet zich door in de acceleratiefase wanneer de opname zich doorzet doorheen de verschillende processen van het systeem. Structurele veranderingen zijn nu zichtbaar. Eénmaal de nieuwe emissievrije organisatie zich inbedt in alle processen nemen de veranderingen af. In deze stabilisatiefase bevindt het systeem zich in een nieuwe stabiele balans (Rotmans et al., 2000).



Figuur 1: Transitiecurve (Rotmans et al., 2000)

De transitie naar een emissievrije stedelijke distributie komt er, maar zal zich zonder visie en ondersteuning niet voltrekken voor 2040. De transitie kan wel versneld worden. Grafisch vertaalt zich dit in een verschuiving van de curve naar links. Versnelling kan door de transitie te stimuleren, bijvoorbeeld door het uitreiken van subsidies voor de aankoop van emissievrije voertuigen. Versnelling kan ook door de transitie te faciliteren door bijvoorbeeld voor afstemming en communicatie te zorgen tussen de verschillende stakeholders of het aanbieden van laadinfrastructuur. Tot slot kan de transitie versneld worden door regelgeving, zoals het instellen van een zero-emissie zone.

Overheden zetten stappen richting emissievrij transport op hun grondgebied. Denk aan de lage-emissiezones in Antwerpen en Gent die zowel voor personenwagens als goederenvoertuigen gelden. Deze lage-emissie-zones evolueren naar een ban op verbrandingsmotoren tegen 2035 voor personenwagens, zo besliste de Vlaamse Regering in september 2023. Daarnaast besliste de Vlaamse overheid dat de verkoop van nieuwe personen- of bestelwagens met verbrandingsmotoren uitgefaseerd wordt tegen 2029, zolang er dan voldoende aanbod, tegen een betaalbare prijs en voldoende laadpalen zijn.

De lage-emissie-zones kunnen een basis vormen om voor emissievrije zones een soortgelijke beleidsstructuur op te stellen, gestimuleerd door de Europese en Vlaamse ambities inzake de materie. De Vlaamse overheid noteert in haar Regeerakkoord vanaf 2025 enkel nog emissievrije belevingen toe te laten in het kader van stedelijke distributie.

Voor de realisatie heeft de Vlaamse overheid een traject uitgerold dat de emissievrije stedelijke distributie onderzoekt, onderbouwt en uitwerkt samen met de betrokken stakeholders. Het traject bestaat uit drie luiken:

- (1) een onderzoeksluik
- (2) een luik met pilootprojecten
- (3) een implementatieluik.

Dit rapport beschrijft het onderzoeksluik. Het vormt de basis voor de implementatie. Drie onderzoeksteden – Antwerpen, Leuven en Kortrijk – hebben als case bijgedragen aan de onderzoeksresultaten. Hun resultaten werden opgeschaald voor de Vlaamse steden, die de uiteindelijke doelgroep van de studie vormen.

1.1 Afbakening en definities

Goederenvervoer wordt in deze studie gedefinieerd als het transport van goederen over weg, water en spoor. Het goederenvervoer omvat zowel transport voor derden als transport van goederen onder eigen beheer. Het transport van goederen via pijpleidingen en via lucht valt buiten de scope van dit onderzoek. Transport of behandeling van goederen op en binnen private terreinen of werven vallen eveneens buiten scope. Het gaat bijvoorbeeld om kranen en voertuigen op bouwerven, logistieke handelingen met heftrucks of kranen aan terminals.

Dit onderzoek spitst zich toe op **stedelijke distributie**, ofwel het goederenvervoer dat een oorsprong en/of bestemming heeft in de stad. Dit kan zowel van of naar bedrijven zijn, als van of naar publieke instellingen of bewoners/consumenten. Stedelijke distributie wordt meer en meer benaderd vanuit de samenhang met bereikbaarheid en leefbaarheid van de stad. Daarbij wordt er niet enkel naar de economische functie van goederenvervoer in de stad gekeken, maar ook naar diens impact op de maatschappij en stedelijke omgeving.

De goederen die een stad in- en uitgaan zijn zeer divers, net als de **stakeholders en sectoren** die erbij betrokken zijn. Elke sector heeft eigen karakteristieken naar ingezette voertuigen, bedrijfsstructuren, logistieke ketens en onderlinge commerciële relaties. Al deze karakteristieken bepalen mee de snelheid waartegen de stedelijke distributie van de verschillende sectoren emissievrij

georganiseerd kan worden. Dit onderzoek gaat daarom in op de eigenheid van acht sectoren, waarvoor een aparte analyse en ambitieniveaus naar voren geschoven worden. De sectoren zijn:

1. Retail voeding: supermarkten en levensmiddelenwinkels
2. Retail niet-voeding: verschillende branches zoals apothekers, modeketens, doe-het-zelf-zaken, boekenwinkels, etc.
3. Bouw: nieuwbouw en renovatie van woningen en (her)aanleg van infrastructuur
4. Horeca: hotels, cafés en restaurants
5. E-commerce: levering van online bestelde goederen aan particulieren (*B2C business-to-consumer*)
6. Afvalophaling: de ophaling van zowel particulier als bedrijfsafval
7. Service diensten: tweemans-leveringen al dan niet met installatie, onderhoudsdiensten zoals loodgieters en verhuislogistiek
8. Facilitaire leveringen: leveringen/diensten voor kantoren, publieke gebouwen en grote semi-publieke instellingen zoals ziekenhuizen

Het goederenvervoer wordt uitgevoerd door **voertuigen** met eigen kenmerken (laadvermogen, emissienorm, etc.) en daaraan verbonden bestaande regelgeving en beleid. Denk bijvoorbeeld aan de kilometerheffing waaraan zwaar wegvervoer onderhevig is. Het is belangrijk om doorheen het beleid en handhaving een consistente opdeling te gebruiken. Binnenvaart en spoorvervoer worden in deze studie als flankerende maatregelen behandeld. Ze maken deel uit van een duurzaam en emissievrij goederenvervoer. Voor wegvervoer wordt het onderscheid gemaakt tussen drie types voertuigen – conform de Europese regelgeving. De eerste categorie zijn bestelwagens (categorie N1). Het zijn motorvoertuigen bestemd voor het vervoer van goederen met een maximaal toegelaten massa tot 3,5 ton. De tweede categorie zijn de lichte vrachtwagens (N2), ofwel motorvoertuigen voor het vervoer van goederen met een maximaal toegelaten maximaal toegelaten massa tussen 3,5 ton en 12 ton. Tot slot zijn er de zware vrachtwagens (N3). Dit zijn motorvoertuigen bestemd voor het goederenvervoer met een maximaal toegelaten massa van meer dan 12 ton. Lagere goederenvervoerssegmenten zoals cargofietsen en zware vierwielers in voertuigcategorie L7e worden toegelicht als flankerende maatregelen. Dit zijn maatregelen die de transitie naar emissievrije stedelijke distributie versnellen.

Emissievrije stedelijke distributie wordt beschouwd als zijnde het goederenvervoer dat een oorsprong en/of bestemming heeft in de stad en uitgevoerd wordt met voertuigen die geen emissies uitstoten tijdens hun rit. Er wordt dus uitgegaan van een tank-to-wheel perspectief. Het maakt dat in theorie elektrisch aangedreven voertuigen, waterstof aangedreven voertuigen, evenals niet-gemotoriseerde voertuigen aanspraak maken om de emissievrije stedelijke distributie uit te voeren. Noteer dat geen van deze gemotoriseerde aandrijvingen momenteel als emissievrij beschouwd kan worden vanuit een well-to-wheel perspectief (Gustafsson et al., 2021). Hierbij worden productie en distributie processen mee in rekening gebracht. Met het oog op een transitie naar emissievrije stedelijke logistiek conform de Vlaamse en Europese ambities, ligt de nadruk van deze studie op **elektrisch aangedreven voertuigen**. Biomethaan (CO₂-neutraal) en waterstof aangedreven voertuigen vormen geen emissievrij alternatief voor stedelijke distributie tot 2030, omdat biomethaan niet emissievrij is en waterstof op korte termijn nog geen kosten-efficiënte optie is en de mogelijke toepassingen zich op langere termijn vooral op lange afstand transporten bevinden. Een uitgebreidere argumentering is terug te vinden in Annex 1. Batterij elektrische voertuigen worden later in dit rapport uitgebreid toegelicht.

1.2 Structuur

Dit rapport presenteert de resultaten van het onderzoek naar de Vlaamse stedelijke distributie en hoe dit deel van de logistieke keten emissievrij georganiseerd kan worden. Concreet biedt dit onderzoeksrapport op de volgende vragen een antwoord:

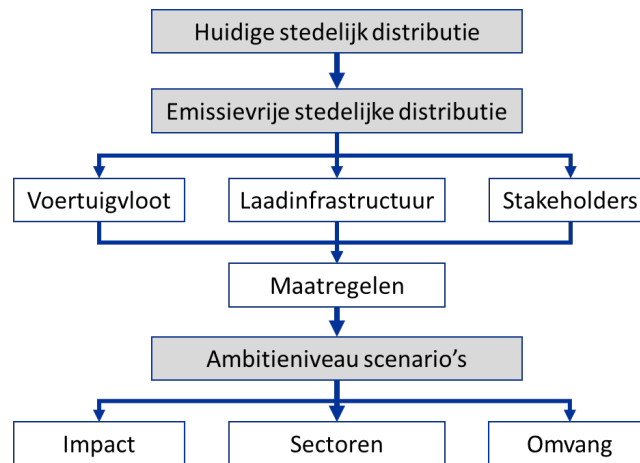
- Hoe ziet de stedelijke distributie in Vlaanderen er momenteel in 2023 uit?

- Wat is er nodig om de stedelijke distributie in Vlaanderen emissievrij te organiseren? Dit omvat emissievrije aandrijvingen, flankerend beleid en optimalisatie.
- Tegen wanneer kan de stedelijke distributie voor verschillende sectoren emissievrij georganiseerd worden? Dit wordt als ambitieniveau opgenomen in het vervolg van het rapport.

Dit rapport vormt de basis voor:

- Het ambitieniveau per sector dat Vlaanderen beoogt.
- De stakeholdergesprekken die in het implementatielook plaatsvinden. Deze gesprekken hebben als doel om de ambitieniveaus te bevestigen en te concretiseren in een overeenkomst met de verschillende stakeholders.
- De evaluatie van de pilootprojecten.

Dit rapport is opgedeeld in verschillende secties. De volgende sectie (2) gaat in op de onderzoeksmethodes die voor verschillende onderzoeksonderdelen gebruikt werden. Het laat de lezer toe de gepresenteerde resultaten correct te interpreteren. Vanaf Sectie 3 worden de onderzoeksresultaten voorgesteld. Hierbij wordt de structuur gevolgd zoals weergegeven in Figuur 2. In Sectie 3 wordt de huidige stedelijke distributie toegelicht. Het vormt het vertrekpunt en laat de lezer toe om de omvang, samenstelling en positie van de huidige stedelijke distributie op de transitiecurve vast te stellen. In Sectie 4 wordt de emissievrije stedelijke distributie belicht, met name de benodigdheden om tot een emissievrije stedelijke distributie te komen. Deze vormen de basis voor Sectie 5 waarin de verschillende ambitieniveaus worden voorgesteld en hun inhoud en impact worden weergegeven. Tot slot is er een laatste sectie (6) met conclusies, handvaten en aanbevelingen.



Figuur 2: Structuur van het rapport

2 Onderzoeksmethoden

2.1 Digital Platform for City Logistics

Er zijn vandaag weinig databronnen beschikbaar die inzichten geven in de logistieke stromen in steden. Bovendien zijn de databronnen die wel beschikbaar zijn (zoals verkeerstellingen door verkeersanalysetoestellen, ANPR-camera's of zelfs bewoners via Straatvinken) gefragmenteerd en ze geven geen volledig beeld van de stedelijke distributie.

Om die reden ontwikkelde Rebel een Digital Platform for City Logistics (DPCL) dat de logistieke stromen in steden berekent. Logistieke stromen bestaan in het DPCL model uit aantal leveringen, ritten en vrachtwagenkilometers per transport modus. De berekening gebeurt aan de hand van de beleveringslogica per sector, gekoppeld aan de specifieke eigenschappen van de stad.

Om een inschatting te maken van het goederenverkeer in Vlaamse steden voor de verschillende sectoren, is gebruik gemaakt van een methodiek die is gebaseerd op beleverings- en distributieprofielen. De combinatie van beide bepaalt hoe de transportvraag wordt beantwoord.

- Beleveringsprofielen geven aan hoe de beleving eruit ziet voor een bestemming (supermarkt, kledingwinkel, café, bouwwerf, woning, kantoor,...). Denk hierbij aan leveringstijden, frequentie, type goederen (colli's, paletten, aantal leveranciers, ...), etc.
- Distributieprofielen worden opgesteld per type logistieke dienstverlener (transporteur, e-commerce speler, bouwhandelaar,...). Hierin wordt gespecificeerd hoe elke type speler functioneert: type voertuigen, planning van de routes, aantal locaties, locatie distributiecentra, etc.

De invulling van deze beleverings- en distributieprofielen gebeurde aan de hand van literatuuronderzoek, interviews en data-uitwisseling met onderzoeksteden, interviews met logistieke stakeholders uit diverse sectoren, vragenlijsten voor handels- en horecazaken en invulformulieren voor grote retail spelers zoals supermarkten en winkelketens. Een lijst met de geïnterviewde stakeholders is terug te vinden in Annex 2.

2.1.1 Beleverings- en distributieprofielen

Alle beleveringsprofielen zijn opgemaakt op basis van een representatieve week, omdat deze werkwijze constantere resultaten geeft ten opzichte van leveringen op dag-basis. Een analyse van de stedelijke distributie in Brussel (Strale et al., 2015) ondersteunt deze keuze. Er zijn immers pieken en dalen op bepaalde weekdagen. In bepaalde sectoren is er eveneens sprake van seizoenspieken (bvb. in de horeca, e-commerce en retail). Daar werd in deze studie abstractie van gemaakt.

Hieronder wordt dieper ingegaan op de beleveringsprofielen van de verschillende sectoren.

Retail en horeca

De methodiek voor het bepalen van leveringen naar retail food, retail non-food en horecazaken is dezelfde. De belangrijkste parameters zijn: de locaties van de bestemmingen, de (winkel)vloeroppervlakte (m^2) en het verkoopsvolume per winkelvloeroppervlakte (m^3/m^2).

Voor retail en horeca worden de locatie en oppervlaktes van winkels en horecazaken (verkregen van de onderzoeksteden) gecombineerd met het verkoopsvolume per winkelvloeroppervlakte (m^3/m^2). Het bepalen van het verkoopsvolume per winkelvloeroppervlakte wordt berekend voor 20 verschillende branches (van apotheek tot mode en plant & dier). De basis voor de bepaling is de studie van de Commissie Stedelijke Distributie (2005) die in 2012 werd geactualiseerd door City Depot. Aan de hand van de vragenlijsten gericht aan handelaars, horecazaken en grote retail ketens werd een update van deze kencijfers uitgevoerd. De kerncijfers bleken in grote lijnen nog steeds hanteerbaar te zijn. Waar nodig werden de parameters verfijnd. De volumes liggen tussen de 0,03 en 0,4 m^3/m^2 .

Vervolgens worden de totale volumes bepaald door voor elke winkel de oppervlakte te vermenigvuldigen met het specifieke verkoopsvolume per winkelvloeroppervlakte voor de branche waar de winkel/horecazaak toe behoort. Op basis van kennis van het logistieke systeem gebeurt vervolgens de toewijzing van volumes aan verschillende types logistieke spelers. De leverfrequentie en levertijden komt dan weer voort uit de vragenlijsten aan de handelaars. De meeste retail- en horecazaken worden tussen 9u en 15u beleverd.

Afvalophaling

De afvalophaling van particulieren is gebaseerd op de hoeveelheden afval die worden gegenereerd per opgehaalde fractie per inwoner per jaar. Deze gegevens werden ter beschikking gesteld door de onderzoeksteden Antwerpen en Kortrijk. Voor Leuven werd het gemiddelde van de hoeveelheden per inwoner voor Antwerpen en Kortrijk gebruikt. Deze cijfergegevens werden ook gebenchmarkt met gegevens uit andere regio's afkomstig uit eerdere studies.

Op basis van de capaciteit van de afvalwagens en het aantal beschikbare afvalwagens (op basis van het wagenpark van de steden), worden per afvalfractie het aantal ritten bepaald. De resultaten werden vervolgens gevalideerd met beschikbare gegevens van de onderzoeksteden rond het gemiddeld aantal uitgevoerde ritten of kilometers per dag met de afvalwagens. Per onderzoekstad werd ook rekening gehouden met de effectieve vertrek- en stortplaatsen.

Tabel 1: Hoeveelheid afval per inwoner per jaar

Hoeveelheden per inw per jaar	Kortrijk	Leuven	Antwerpen
Huisvuil	126 kg	108 kg	174 kg
PMD	24 kg	18 kg	14 kg
GFT	34 kg	61 kg	55 kg
Papier & Karton	57 kg	47 kg	47 kg

Niet enkel particulieren, maar ook bedrijven genereren afval. Wanneer het volume van dit afval groter is dan van een huishouden, moet dit worden opgehaald door een gespecialiseerde afvaldienst. Op basis van een gesprek met Renewi en ontvangen informatie van een (geanonimiseerde) klantenlijst wordt aangenomen dat 20% van de ondernemingen in steden bedrijfsafval genereert. Er wordt uitgegaan van een wekelijkse ophaling van dit afval.

E-commerce (B2C)

Voor e-commerce levering naar particulieren (Business to consumer) wordt de BeCommerce marktanalyse (2022) gebruikt. Daarin wordt als studieresultaat rekening gehouden met 20 online leveringen per huishouden per jaar gebaseerd op betaalbewegingen. Deze komen veelal toe op thuisadressen, maar ook in afhaalpunten, winkelpunten en kantooradressen. Het gemiddelde volume per pakket wordt willekeurig gevarieerd tussen 0,01 en 0,11 m³. Volgens cijfers van het BIPT (toezichthouder Belgisch Instituut voor Postdiensten en Telecommunicatie) worden op jaarbasis 361 miljoen online bestellingen (business to business en business to consumer) geleverd in België. Specifieke leveringswijzen voor bijvoorbeeld verse voeding wordt niet in beschouwing genomen.

Bouwlogistiek

De ritten voor bouwlogistiek worden berekend volgens verschillende type activiteiten en volgens onderstaande aannames.

- Nieuwbouw (vanaf braakliggend terrein of na afbraak)
 - Voor het bepalen van het aantal mega werven per stad werd gebruik gemaakt van de studie verbonden aan het Brussels Construction Consolidation Center (Mommens et al., 2021a)

- Elke individuele woning wordt om de 50 jaar grondig vernieuwd, naar equivalent van een nieuwbouw activiteit.
- Looptijd 120 weken voor megaprojecten, 50 weken voor individuele woningen
- De basis voor het bepalen van de volumes, zijn de volumes die worden gegenereerd bij de bouw van een nieuwe woning. Dit leidt tot een gemiddeld volume van 400m³ aan bouwvolumes per werf, gebaseerd op expertinput uit de interviews.
- Renovatiewerken
 - Elke woning wordt om de 20 jaar gerenoveerd
 - Looptijd 20 weken
- Straatwerken
 - Elke straat wordt om de 30 jaar vernieuwd
 - Looptijd 6 weken

Vervolgens worden de ritten bepaald voor de verschillende type projecten:

- Bepaling van volumes per week (totale in- en uitgaande volumes verdeeld over de totale looptijd) en aantal vrachtwagens dat nodig is om wekelijks deze volumes te vervoeren inclusief beleveringsprofielen die rekening houden met het aantal leveringen per ronde.
- Bepaling aantal bestelwagens dat nodig is om arbeiders (en kleine materialen) naar de werf te vervoeren:
 - Megaprojecten: gemiddeld 5 bestelwagens per dag doorheen de volledige looptijd
 - Individuele woonprojecten: gemiddeld 1 bestelwagen per dag doorheen de volledige looptijd
 - Renovatieprojecten: gemiddeld 1 bestelwagen per dag

Service logistiek

Voor service logistiek wordt gerekend volgens een gemiddelde van 5,2 diensten of tweepersoonleveringen per huishouden per jaar (of 0,1 per week). Dit cijfer is gebaseerd op het aantal ritten gerelateerd aan service logistiek in het rapport "Living Lab Utrecht – Stadslogistiek in een duurzaam en bereikbaar Beurskwartier" (Bureau Nieuwe Gracht, 2017), waar onderzoek werd gedaan naar logistieke stromen.

De stad Leuven werd op deze zelfde methodiek behandeld. Als voetnoot zou de relatief grote aanwezigheid van studenten in Leuven kunnen leiden tot een overschatting, aangezien de kans reëel is dat studenten minder beroep doen op diensten zoals ramenwassers of andere onderhoudsdiensten.

Aanvullend op de tweepersoonsleveringen werd het aantal verhuisbewegingen ingeschat op basis van het aantal aanvragen voor parkeerverbodsborden in de onderzoekszones. In Antwerpen en Kortrijk komt dit neer op elke inwoner die om de 8 jaar verhuist. In Leuven komt dit neer op een verhuisbeweging per inwoner om de 12 jaar. Dit komt overeen met statistische analyses van verhuisbewegingen in België (Cockx et al., 2015).

Facilitaire logistiek

Voor kantoren geldt de aanname dat deze wekelijks worden beleverd. Kleine kantoren (minder dan 20 werknemers) ontvangen daarbij een kleiner volume dan grote kantoren (meer dan 20 werknemers). Bovendien doen kantoren ook beroep op onderhoudsdiensten: voor kleine kantoren gaat het om gemiddeld 0,4 onderhoudsdiensten per week, voor grote kantoren 1 onderhoudsdienst per week.

Voor leveringen aan (semi)publieke instellingen wordt rekening gehouden met regionale en stedelijke ziekenhuizen. Voor de stad Leuven werden gegevens van het Heilig Hart Ziekenhuis ontvangen. Voor het bepalen van de volumes in de stad Antwerpen, wordt vertrokken van een interview met logistieke afdeling van Ziekenhuis Netwerk Antwerpen dat in 2016 werd afgenomen in het kader van Slim naar Antwerpen.

De werkwijze voor het berekenen van facilitaire logistiek zou kunnen aangevuld worden met leveringen aan scholen, universiteiten, bibliotheken, woonzorgcentra, ... Daarvoor ontbrak echter de nodige informatie. Deze faciliteiten zijn bijgevolg niet opgenomen.

2.1.2 Van bestemmingen naar routes

Terwijl de beleverings- en distributieprofielen identiek zijn voor de meeste Vlaamse steden, abstractie makend van kleine afwijkingen door bijvoorbeeld de inzet van cargofietsen, wordt voor elke stad een uniek model opgemaakt dat rekening houdt met de specifieke bestemmingen en verkeersinfrastructuur. Hierdoor is het mogelijk om zowel inzicht te krijgen op het aantal ritten, gereden kilometers en de gebruikte voertuigen. Hieronder volgt een overzicht van de types bestemmingen die werden opgenomen in de analyse.

Tabel 2: Type bestemming en bron

Bestemmingen	Sector	Databron	Open data
Adressen particulieren	E-commerce Service Logistiek Afval (particulieren) Bouwlogistiek (nieuwbouw- en renovatieprojecten)	Centraal Referentieadressenbestand	Ja
Kantoren	Service Logistiek E-commerce Facilitaire leveringen Afval (bedrijfsafval)	Kruispuntbank van Ondernemingen (met filter NACE code en aantal ondernemers)	Ja
Horeca en Retailzaken	Horeca en Retail Afval (bedrijfsafval)	Adressenbestand van Horeca en Retailzaken via lokale overheden	Nee
Wegsegmenten	Bouwlogistiek (wegenwerken)	Open street map	Ja

Door de bestemmingen te koppelen aan de overeenkomstige beleverings- en distributieprofielen is het mogelijk om aan de hand van een rekenmodel een inschatting te maken van volgende elementen:

- Volumes goederen die wekelijks naar een specifieke bestemming worden geleverd
- Type voertuigen die worden gebruikt om die volumes te vervoeren
- Routes (combinatie van leveringen aan zelfde type bestemmingen door zelfde type leverancier) naar die bestemmingen.

Aangezien bovenstaande resultaten modelmatig werden berekend op basis van typische beleverings- en distributieprofielen, gaat het steeds om een inschatting van het aantal volumes en voertuigbewegingen. Het DPCL model is niet uniek. Het volgt de methodologie die eveneens gehanteerd werd voor het opstellen van het FRETURB model in Frankrijk. De eerste versie van FRETURB werd reeds in 1999 ontwikkeld, waarbij aantal ritten en leveringen per sector en vestiging en per type voertuig ingeschat werden (Routhier et al., 1999). Het model zit ondertussen aan versie drie en omvat ook beleidsadviezen. Hoewel het model een kwarteeuw ontwikkeling kent en in meer dan 50 steden is toegepast, dient tegelijk vastgesteld te worden dat volledigheid en accuraatheid nog steeds een uitdaging vormen. Een getuige is de toepassing van FRETURB voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (LAMILO project). Er werden onvoldoende interview respondenten gevonden om tot (representatieve) resultaten te komen. De voor het DPCL gehanteerde methodologie kent evenzeer grenzen op vlak van volledigheid en accuraatheid. De volledigheid duidt op de mate waarin een sector in zijn geheel is opgenomen in de berekening. De accuraatheid geeft de betrouwbaarheid van de resultaten weer.

Sector	volledigheid	accuraatheid
Retail food	100%	100%
Retail non-food	100%	100%
Horeca	100%	100%
Bouw	~75%	~75%
E-commerce B2C	~75%	~75%
Afvalophaling	100%	100%
Service logistiek	~75%	~75%
Facilitaire leveringen	~50%	~50%

Figuur 3: Volledigheid en accurateheid van de analyse

De methodiek voor het berekenen van volumes en gereden voertuigkilometers voor retail food, retail non-food, horeca en afvalophaling zijn volledig en accuraat. Onder volledigheid wordt het aandeel subsectoren die mee worden opgenomen bedoeld. Bijvoorbeeld bij horeca wordt alles meegenomen, maar bij e-commerce wordt er geen rekening gehouden met online bestellingen van voeding. Accuraatheid slaat op de nauwkeurigheid van de gebruikte kencijfers voor de methodiek.

Wat de berekening voor bouwstromen betreft, omvatten deze niet alle stromen. De bouwsector kent een heel divers gamma aan gebruikte voertuigen, waarvan een aantal slechts zeer specifieke toepassingen kennen. Deze voertuigen zijn niet opgenomen in de analyse. Ook de accurateheid is minder groot dan in de andere sectoren: de berekeningen berusten op een ruwe inschatting van het aantal bouwerven en het nodige transport per bouwterrein. Er is vandaag echter zeer weinig informatie voorhanden die als basis kan dienen voor de opmaak het beleveringsprofiel rond bouw en in de toekomst zou dit verder uitgewerkt kunnen worden. Het is wel zo dat de resultaten van de bouwsector in deze studie overeenkomen met de resultaten uit andere (inter)nationale studies (Topsector Logistiek, 2017; Stad Amsterdam, 2022; van Amstel, 2015).

De goederenstromen voor e-commerce (B2C) omvatten enkel de pakketten met een standaard grootte. De online bestellingen van voedsel (leveringen supermarkten, maaltijdboxen of bereide maaltijden aan huis) en hele grote pakketten behoren niet tot de scope. Wat de methodiek betreft, maakt het model gebruik van een vast kencijfer voor het aantal leveringen per huishouden: er is dus geen onderscheid aan de hand van socio-demografische factoren. Bovendien houdt de modellering in de routing geen rekening met pakketautomaten of afhaalpunten.

De modellering voor service logistiek sluit geen subsectoren uit. Wel wordt er geen rekening gehouden met socio-demografische factoren, waardoor er een mogelijke overschatting is van het aantal gereden kilometers. Hiermee wordt onder meer het eerder aangehaalde voorbeeld van de studenten bedoeld.

Wat facilitaire leveringen betreft, werden enkel leveringen aan kantoren en ziekenhuizen opgenomen. Dit betekent dat leveringen aan stadsdiensten, woonzorgcentra, bibliotheken en onderwijsinstellingen niet in de scope zitten. Daarvoor ontbrak de nodige informatie. Er is dus zeker een onderschatting in de berekening van het aantal gereden voertuigkilometers in deze sector. Ook de methodiek berust op een ruwe inschatting van het aantal wekelijkse leveringen aan kantoren. Er werd geen uitgebreide bevraging uitgevoerd zoals die plaatsvond voor retail.

Tot slot zijn er ook een aantal goederenstromen die volledig niet mee in de scope zitten. Het gaat dan om uitgaande stromen (bv. door productie) en tijdelijke bestemmingen zoals markten, foren en evenementen.

2.1.3 Onderzoeksteden

De inzichten in dit document werden opgebouwd aan de hand van een meer diepgaande analyse van 3 onderzoeksteden: Antwerpen, Kortrijk en Leuven. De selectie van de onderzoeksteden gebeurde op basis van onderstaande criteria:

- een (basis) beschikbaarheid van data;
- het engagement van lokale overheden om actief mee te werken aan het onderzoek (door het aanleveren van data, deelnemen aan interviews, werksessies,...);
- de schaalbaarheid van de inzichten op Vlaams niveau, i.e. het geheel van de onderzoeksteden moet dus zowel representatief en divers zijn;
- de representativiteit in het licht van draagvlakcreatie bij de Vlaamse (centrum)steden.

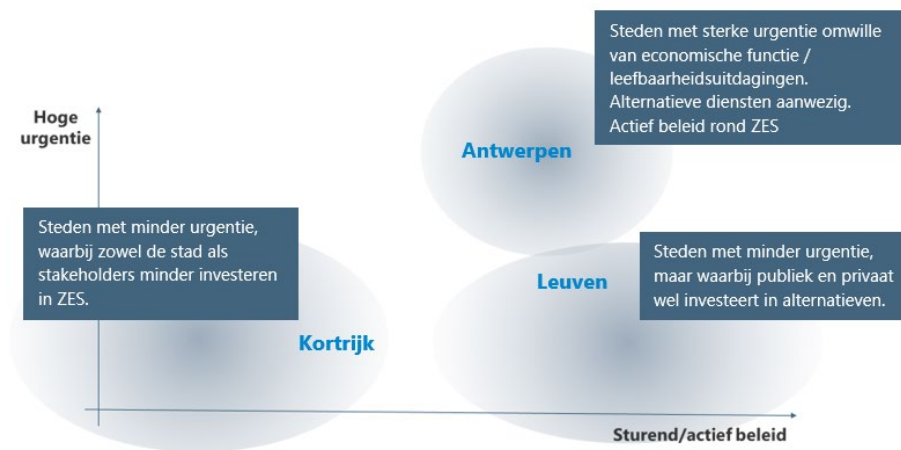


Figuur 4: Zero Emissie Stadsdistributie Readiness index structuur

Gezien de doelstellingen voor emissievrije stadsdistributie in eerste instantie gelden voor de Vlaamse centrumsteden, zal het onderzoek ook enkel voor deze steden plaatsvinden. De representativiteit en diversiteit van de onderzoeksteden werd ingeschaald volgens de Zero Emissie Stadsdistributie Readiness (ZES) index. Hierbij worden steden ingeschaald volgens vier criteria:

- externe druk, die de urgentie van de problematiek in de stad weergeeft
- ruimtelijk kader, die een indicator is voor de mate waarin er mogelijkheden zijn verbonden aan de ruimtelijke planning en invulling (laadinfrastructuur, hubs, etc.)
- Beleidsfocus, dewelke een inschatting geeft van het belang die er vanuit het bestuur aan emissievrije logistiek gegeven wordt
- Marktaanbod, dat de aanwezigheid van pioniers en innovaties in de stad weergeeft

Op basis van deze vier criteria werden Vlaams centrumsteden ingedeeld. Bij de selectie van de onderzoeksteden werden deze steden 'geplot' aan de hand van de ZES readiness index. Als resultaat van de oefening werden 3 clusters van steden gedefinieerd. Het betreft enerzijds steden met een grote urgentie wat betreft de transitie naar emissievrije stedelijke logistiek, waardoor er zowel door publieke als private partijen geïnvesteerd wordt. Denk aan steden met grote uitdagingen op vlak van congestie en/of leefbaarheid, zoals Gent en Antwerpen. Anderzijds is in enkele steden de urgentie meer latent en minder zichtbaar aanwezig, waardoor zowel publieke als private partijen minder actief investeren in transitie, zoals Kortrijk. Tot slot is er in Vlaanderen ook een groep van steden die, ondanks de minder acute urgentie, tóch een pioniersrol in de transitie opnemen. Het betreft steden als Leuven of Mechelen waarin het beleid kiest om te investeren in stedelijke logistiek, als hefboom voor innovatietrajecten of een bredere mobiliteitsvisie, het versterken van lokale handel, ...



Figuur 5: Clusters op basis van ZES readiness

De transportvraag wordt voor de onderzoeksteden niet voor het gehele grondgebied opgesteld. Er werd voor onderzoeksdoeleinden beslist om voor een ringvormige structuur gekozen. Dit met het oog op het potentieel dat deze geografische afbakening biedt voor het invoeren van een emissie-vrije zone. Voor Antwerpen wordt de afbakening van de Singel (R10) gebruikt. Voor Leuven wordt eveneens de Ring (R23) gebruikt. In Kortrijk bakent de R8 het onderzoeksgebied af. De omvang van de onderzoeksgebieden wordt weergegeven in Figuur.



Figuur 6: Geografische afbakening binnen onderzoeksteden (bron DPCL)

2.2 Impact op leefomgeving

De impact op de leefomgeving wordt berekend op basis van de voertuigkilometers die uit het DPCL model komen. Duurzaamheid wordt in deze studie gerapporteerd volgens de externe kosten voor de belangrijkste transport externaliteiten. Externaliteiten zijn veranderingen in de welvaart die veroorzaakt worden door economische activiteiten zonder dat zij worden gereflecteerd in de marktprijzen (Weinreich et al., 1998). Op het vlak van de transportsector betreft het de externaliteiten die ontstaan wanneer de transportconsumenten/producenten additionele kosten aan de maatschappij en omgeving opleggen zonder ze zelf te dragen. Externe kosten zijn de in geld uitgedrukte externaliteiten.

In de literatuur wordt het onderscheid gemaakt tussen verschillende transport-gerelateerde externaliteiten (Gibson et al., 2014; van Essen et al., 2019). Onderstaande externaliteiten zijn monetair de belangrijkste en worden als dusdanig beschouwd in duurzaamheidsanalyses:

- Congestie
- Emissies van verontreinigende stoffen (luchtvervuiling)
- Klimaatsverandering
- Geluidshinder
- Verkeersongevallen
- Infrastructuurschade

Hieronder worden achtereenvolgens deze externaliteiten toegelicht, de gebruikte referenties aangegeven en tot slot de gebruikte input gegevens en assumpties opgelijst.

2.2.1 Referenties

De externe kosten waarden die in deze studie gehanteerd worden zijn afkomstig van de Delhaye et al. (2017) studie. De cijfers zijn specifiek opgemaakt voor de transportsector in Vlaanderen. De studie bouwt verder op de vooruitschrijdende inzichten en wetenschappelijk consensus. De externe kosten waarden bevatten een set aan beïnvloedende factoren. Zo worden afhankelijk van de externe kosten parameter, factoren als voertuigtype, aandrijvingstechnologie, omgeving, wegtype en verkeersomstandigheden meegenomen als variabelen.

Naast de externe kosten voor de verschillende externaliteiten wordt eveneens de uitstoot berekend en in dit rapport weergegeven. Dit omdat de impact op de luchtkwaliteit en het klimaat in het kader van deze studie het relevantste zijn. De uitstoot van zowel luchtpolluenten (fijn stof en NO_x) als van de broeikasgassen (CO₂ equivalenten) worden gehaald uit de HBEFA databank (HandBook of Emission Factors). De dataset bevat de transport-gerelateerde emissies voor een brede waaier aan polluenten en broeikasgassen, waarbij de emissie-waarden gebaseerd zijn op daadwerkelijk rijgedrag. De databank geeft voor de verschillende wegvoertuigen de emissies naargelang snelheid en verkeersomstandigheden, type weg, euro-norm (emissienorm), beladingsgraad, warmte van de motor en hellingsgraad van de weg. HBEFA wordt opgesteld voor verschillende Europese landen en laat ook projecties toe voor deze Europese landen. België valt daar niet onder, maar buurlanden Frankrijk en Duitsland wel. De databank wordt regelmatig geüpdatet. HBEFA vormt de brondata voor de COPERT databank, die minder ingaat op emissies in verschillende rij-omstandigheden, maar wel toepassingen heeft voor onder meer België. Gezien het doel van de tool en deze berekening de uitstoot weergeven is, hanteren we HBEFA gezien deze databank daar het meest voor geschikt is.

2.2.2 Externaliteiten

Luchtvervuiling

Formule: [afgelegde voertuigkilometer_{a,b}] X [monetaire waarde per vkm]

met a: voertuigtype, aandrijving

b: type weg

Luchtvervuiling kosten worden veroorzaakt door de emissie van onder andere fijne stofdeeltjes (particulate matter of PM), CO, NO_x, SO₂ en volatiele organische deeltjes (VOC). Luchtvervuiling kosten bestaan uit gezondheidskosten, schade aan gebouwen en materialen, schade aan gewassen en kosten voor verdere schade aan het ecosysteem (biosfeer, bodem, water/grondwater). Gezondheidskosten zijn hier veruit de belangrijkste kostencategorie.

Factoren die een invloed hebben op de impact van luchtvervuiling zijn (1) congestie: door de zeer lage snelheden in files en de extra start-stop-bewegingen zijn het brandstofgebruik en de uitstoot hoger in deze situaties. (2) de receptordensiteit dicht bij de emissiebron. Deze is een proxy voor de bevolking die blootgesteld wordt aan transport gerelateerde vervuiling. (3) De emissiestandaard-, (4) de brandstof en de motortechnologie- en (5) grootte van het voertuig. Andere factoren die impliciet in de waarden zitten zijn het rijgedrag en de beladingsgraad.

In de studie van Delhaye et al. (2017) worden de volgende waarden voor Vlaanderen gehanteerd. De studie bevat geen gegevens voor elektrisch aangedreven wegvoertuigen. Daarom wordt de ratio tussen diesel en elektrisch aangedreven goederenvervoertuigen gebruikt afkomstig uit de Europese referentiestudie (van Essen et al., 2019).

Tabel 3: Marginale externe kost voor luchtvervuiling in euro per voertuigkilometer

Marginale externe kost voor luchtvervuiling in euro per voertuigkilometer					
Voertuigtype	Aandrijving	Stad	Snelweg	Andere wegen	Gemiddelde
Bestelwagen (N1)	Diesel	0,089	0,057	0,058	0,065
	Elektrisch	0,003	0,002	0,002	0,002
Lichte vrachtwagen (N2)	Diesel	0,177	0,108	0,109	0,127
	Elektrisch	0,007	0,003	0,003	0,004
Zware vrachtwagen (N3)	Diesel	0,244	0,172	0,175	0,186
	Elektrisch	0,009	0,007	0,007	0,007
Goederentrein	Diesel	7,187			
	Elektrisch	0,505			
Binnenvaart	Diesel	5,562			

Klimaatverandering

Formule: $[afgelegde\ voertuigkilometer_a] \times [monetaire\ waarde\ per\ vkm]$

met a: voertuigtype, aandrijving

Kosten van klimaatverandering zijn zeer complex omwille van het feit dat ze op een langere termijn effect hebben en globale veranderingen veroorzaken met lokaal verschillende gevolgen. Het is bijgevolg zeer moeilijk om op de risicopatronen te anticiperen. Dit maakt dat het zeer moeilijk is om de schade die gealloceerd moet worden aan nationale transportmodi te waarderen. Daarom is een gedifferentieerde benadering aangewezen, waarbij zowel wordt gekeken naar de veroorzaakte schade als naar de kosten van een vermijdingsstrategie. De impact van transport op klimaatverandering of het broeikas effect wordt voornamelijk veroorzaakt door de uitstoot van broeikasgassen koolstofdioxide (CO₂), distikstofoxide (N₂O) en methaan (CH₄). Een kostinschatting van 100€ per ton CO₂ wordt door Delhaye et al. (2017) en van Essen et al. (2019) opgegeven als te hanteren waarde. In de studie van Delhaye et al. (2017) worden de volgende waarden voor Vlaanderen gehanteerd.

Tabel 4: Marginale externe kost voor klimaatverandering in euro per voertuigkilometer

Marginale externe kost voor klimaatverandering in euro per voertuigkilometer		
Voertuigtype	Aandrijving	Gemiddelde
Bestelwagen (N1)	Diesel	0,030
	Elektrisch	0
Lichte vrachtwagen (N2)	Diesel	0,049
	Elektrisch	0
Zware vrachtwagen (N3)	Diesel	0,093
	Elektrisch	0
Goederentrein	Diesel	2,701
	Elektrisch	0
Binnenvaart	Diesel	2,273

Geluid

Formule: $[afgelegde\ voertuigkilometer_a] \times [monetaire\ waarde\ per\ vkm]$

met a: voertuigtype

Geluidskosten van transport bestaan uit kosten voor ongewenste sociale overlast en fysieke en psychische gezondheidsschade. Geluidsoverlast is een zeer lokaal verschijnsel. Er kunnen drie algemene key cost drivers onderscheiden worden: tijdstip (geluidshinder 's nachts resulteert in hogere geluidskosten dan overdag), receptordensiteit in de buurt van de emissiebron (indicatie van de bevolking die blootgesteld wordt aan het geluid) en bestaande geluidsniveaus afhankelijk van verkeersvolume, verkeerssamenstelling en snelheid (hoe hoger de bestaande achtergrondgeluidsniveaus, hoe lager de marginale geluidskosten). Daarnaast zijn er ook een aantal modus-specifieke cost drivers.

In de studie van Delhaye et al. (2017) worden de volgende waarden voor Vlaanderen gehanteerd.

Tabel 5: Marginale externe kost voor geluidsoverlast in euro per voertuigkilometer

Marginale externe kost voor geluidsoverlast in euro per voertuigkilometer		
Voertuigtype	Aandrijving	Gemiddelde
Bestelwagen (N1)	Diesel	0,012
	Elektrisch	
Lichte vrachtwagen (N2)	Diesel	
	Elektrisch	
Zware vrachtwagen (N3)	Diesel	
	Elektrisch	
Goederentrein	Diesel	0,547
	Elektrisch	
Binnenvaart	Diesel	0

Congestie

Formule: $[afgelegde\ voertuigkilometer_{a,b,c}] \times [monetaire\ waarde\ per\ vkm]$

met a: voertuigtype

b: type weg

c: moment van de dag

Congestie treedt op door de wederzijdse verstoring van transportgebruikers die met elkaar concurreren voor beperkte transportsysteemcapaciteit. Deze excessieve vraag kan verschillende effecten voor het goederentransport veroorzaken waaronder:

- toename in reistijd
- voertuigvoorziening en toename van operationele kosten (incl. afschrijvingen, personeel en toegenomen slijtage onder congestieomstandigheden)
- bijkomende brandstofkosten door *stop-and-go* omstandigheden

- verminderde betrouwbaarheid/toegenomen onvoorspelbaarheid

Congestie is verschillend van de meeste andere externaliteiten, omdat bij congestie niet alleen schade berokkend wordt aan 'passieve slachtoffers', maar men zichzelf op dezelfde manier benadeelt. De wetenschappelijke consensus beschouwt een interne en externe component. Interne of private congestiekosten zijn deze die de tijds- en operationele kosten van de gebruiker doen toenemen. Externe congestiekosten zijn de kosten die worden ervaren door al de andere systeemgebruikers door de intrede van deze bijkomende gebruiker in het systeem. De bepalende onderscheidende parameter is natuurlijk de bestaande verkeersintensiteit, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen well below capacity, near capacity, congested en over capacity. Deze congestiebanden weerspiegelen de volume/capaciteit-verhouding van een verkeersverbinding.

Voor transport over de weg vormen deze externe congestiekosten meestal een zeer belangrijk aandeel in de totale externe kosten, vooral in gebieden zoals Vlaanderen met een hoge mate van verstedelijking waar de verkeersintensiteit op wegen vaak in de buurt van of boven de capaciteit komt. In de studie van Delhaye et al. (2017) worden de volgende waarden voor Vlaanderen gehanteerd.

Tabel 6: Marginale externe kost voor congestie in euro per voertuigkilometer

Marginale externe kost voor congestie in euro per voertuigkilometer									
Voertuigtype	Aandrijving	Stad		Snelweg		Andere wegen		Gemiddelde	
		Piek	Dal	Piek	Dal	Piek	Dal	Piek	Dal
Bestelwagen (N1)	Diesel	0,124	0,063	0,274	0,091	0,087	0,058	0,215	0,086
	Elektrisch								
Lichte vrachtwagen (N2)	Diesel	0,248	0,126	0,548	0,181	0,175	0,115	0,430	0,172
	Elektrisch								
Zware vrachtwagen (N3)	Diesel								
	Elektrisch								
Goederentrein	Diesel	0							
	Elektrisch	0							
Binnenvaart	Diesel	0							

Infrastructuur

Formule: $[afgelegde\ voertuigkilometer_a] \times [monetaire\ waarde\ per\ vkm]$

met a: voertuigtype

De externe infrastructuurkosten bestaan uit de stijging van de operationele kosten, onderhoudskosten en kosten van reparaties aan infrastructuur en technische voorzieningen. Bepaalde infrastructuurkosten, zoals verlichting, route-ondertekening, onderhoud van strips zijn vaste kosten en zijn niet afhankelijk van het verkeersvolume. Bij wegtransport is slijtage van het wegdek afhankelijk van het verkeersvolume.

In de studie van Delhaye et al. (2017) worden de volgende waarden voor Vlaanderen gehanteerd.

Tabel 7: Marginale externe kost voor infrastructuur in euro per voertuigkilometer

Marginale externe kost voor infrastructuur in euro per voertuigkilometer		
Voertuigtype	Aandrijving	Gemiddelde
Bestelwagen (N1)	Diesel	0
	Elektrisch	
Lichte vrachtwagen (N2)	Diesel	0,013
	Elektrisch	
Zware vrachtwagen (N3)	Diesel	0,029
	Elektrisch	
Goederentrein	Diesel	0,307
	Elektrisch	
Binnenvaart	Diesel	1,082

Ongevallen

Formule: $[afgelegde\ voertuigkilometer_{a,b}] \times [monetaire\ waarde\ per\ vkm]$

met a: voertuigtype

b: type weg

Externe ongevalskosten zijn de sociale kosten van verkeersongevallen die niet gedekt worden door risicogeorieerde verzekeringspremies. Marginale ongevalskosten zijn die ongevalskosten veroorzaakt door een extra voertuig op het wegennet, wat kan resulteren in positieve of negatieve effecten. Aan de ene kant kunnen bestuurders worden afgeleid door toename van het verkeer en ontstaat er meer kans op conflicten tussen voertuigen, wat resulteert in een meer dan evenredige toename van ongevallen. Aan de andere kant kan de gemiddelde snelheid verminderen wanneer het verkeer toeneemt, waardoor het aantal ongevallen langzamer toeneemt dan het verkeersvolume. Een verschuiving van ernstige naar matige ongevallen is ook mogelijk, in het bijzonder met langzamere verkeerssnelheden op overbelaste wegen (van Essen et al., 2019).

In de studie van Delhaye et al. (2017) worden de volgende waarden voor Vlaanderen gehanteerd.

Tabel 8: Marginale externe kost voor ongevallen in euro per voertuigkilometer

Marginale externe kost voor ongevallen in euro per voertuigkilometer					
Voertuigtype	Aandrijving	Stad	Snelweg	Andere wegen	Gemiddelde
Bestelwagen (N1)	Diesel	0,029	0,016	0,043	0,029
	Elektrisch				
Lichte vrachtwagen (N2)	Diesel	0,019	0,011	0,030	0,019
	Elektrisch				
Zware vrachtwagen (N3)	Diesel	0,019	0,011	0,030	0,019
	Elektrisch				
Goederentrein	Diesel	0,234			
	Elektrisch				

Binnenvaart	Diesel	0,001
-------------	--------	-------

2.2.3 Variabelen en assumpties

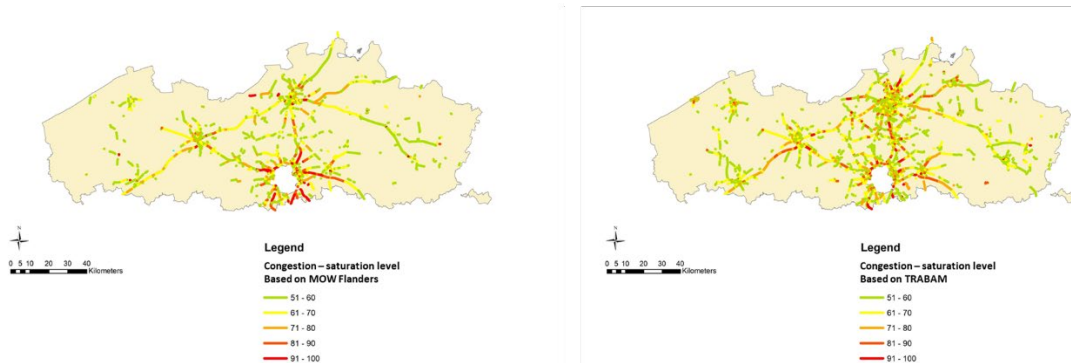
Omgeving

Een metropolitane, stedelijke of rurale omgeving heeft een belangrijke impact op alle externe kosten factoren. Dit is enerzijds omdat de omgeving een invloed heeft op het verkeer. Zo zijn er in een stedelijke omgeving een hoger aantal kruispunten, een grotere aanwezigheid van verschillende weggebruikers en bijgevolg een hoger aantal verkeersinteracties dan in een rurale omgeving. Allen zijn ze inherent verbonden aan snelheid en veiligheid, en de daaraan gerelateerde externe kosten parameters. Daarnaast kan er vanuit gegaan worden dat de zogenaamde receptor densiteit – de densiteit van personen die beïnvloed worden – hoger is in stedelijke omgeving dan in rurale omgeving. Dit heeft een impact op luchtvervuiling en geluidsoverlast, daar de monetaire kost afhankelijk is van het aantal personen die geïmpacted worden door de lucht pollutanten en het gemaakte geluid.

Gezien de focus van deze studie ligt op stedelijke distributie wordt de assumptie genomen dat 100% van de geanalyseerde voertuigkilometers afgelegd worden in een stedelijke omgeving.

Congestie

Een tweede belangrijke variabele is het congestieniveau op het wegennetwerk, weergegeven in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** door 'dal' en 'piek' verkeer. De gehanteerde verdeling tussen voertuigkilometers afgelegd in dal en piek omstandigheden is gebaseerd op gegevens van het Vlaams Verkeerscentrum (MOW Beleid). Zij schatten dit in op basis van hun Strategisch Personenvervoersmodel en tellingen die zij doen. De data worden aangevuld met de gegevens uit de TRABAM simulaties.



Figuur 7: Gemiddelde saturatiegraad per link tussen Strategisch Vrachtmodel Vlaanderen (links) en TRABAM (rechts) (Mommens, 2019).

Wegtype

De afgelegde voertuigkilometers per wegtype zijn afkomstig van het DPCL model, zie Sectie 2.1.

Voertuigtype

De gebruikte voertuigen zijn afkomstig van het DPCL model, zie Sectie 2.1.

2.3 TCO

Een total-cost-of-ownership analyse (TCO) is een goede indicator om aan te geven vanaf wanneer het vanuit economisch oogpunt relevant is om voertuigen met een bepaalde aandrijving te gaan overwegen en te gaan gebruiken. Een TCO is afhankelijk van de input variabelen zoals beleidsmaatregelen, aantal gereden kilometers, kostprijs van elektriciteit, diesel en waterstof,

technologie ontwikkeling, etc. Er zit op veel van deze inputvariabelen zowel een grote variatie alsook een grote onzekerheid, zeker met oog op projecties naar de toekomst toe. Het maakt de TCO methode gevoelig voor het bewust (bij)sturen van resultaten.

De TCO analyse wordt toegepast op niveau van de sectoren en voertuigtypes en vormt de basis om te bepalen vanaf wanneer sectoren en voertuigtypes gaan overschakelen naar emissievrije voertuigen. Daardoor vormen de resultaten van de TCO analyse de basis van de ambitieniveaus in het vervolg van deze studie.

Deze TCO omvat alle kosten die eigen zijn aan het gebruik van voertuigen, met name:

- de afschrijvingskost (de aankoopinvestering gespreid over de looptijd van het gebruik, min de restwaarde gespreid over dezelfde looptijd)
- de energiekost (brandstof en/of elektriciteit)
- de verzekeringskost
- de kost voor reparaties, onderhoud en bandenwissels
- de kost voor een tank- en/of laadkaart
- het fiscaal effect (de toegelaten investeringsaftrek indien de onderneming in kwestie niet verlieslatend is)
- kosten voor taxatie zoals kilometerheffing en verkeersbelastingen.

De TCO wordt gebruikt om de socio-economische impact van de transitie scenario's in te schatten, en per voertuigcategorie en de mate waarin deze ingezet worden in de verschillende sectoren. De impact dient te worden gezien door de bril van de ondernemer die investeert om zijn/haar dagelijkse logistieke taken in een stedelijke context uit te kunnen voeren. In de volgende paragrafen wordt een overzicht gegeven van de gehanteerde methodologische keuzes en de aannames die werden genomen om deze oefening vorm te kunnen geven.

Een cruciale modelaannname die de lezer zeker in het achterhoofd dient te houden is dat de financiële impact op stadsdistributie doorgerekend werd op basis van gereden afstanden per voertuigtype per sector. De analyse is op jaarbasis en toegepast op de 'gemiddelde' onderzoekstad, het gemiddelde van de drie onderzoeksteden. Het resultaat van deze uitmiddeling is terug te vinden in onderstaande tabel. Hou hierbij de eerder – in sectie 2.1.3 – aangehaalde geografische afbakening in het achterhoofd voor een correcte interpretatie van de resultaten. De waarden worden doorheen de analyse als constant beschouwd, hetgeen impliceert dat voertuigkilometers ongevoelig zijn voor mogelijke dalingen of stijgingen van TCO doorheen de tijd.

Tabel 9: Gereden kilometers op jaarbasis voor de gemiddelde stad (gebaseerd op de goederenstroomdata van de drie onderzoeksteden).

Logistieke sector / voertuigtype	CB	BW	SW	LV	LV-C	VW	VW-C	TO	AW
Retail Food	-	11 689	-	30 661	11 441	67 157	1 306	86 773	-
Retail Non-Food	334	313 628	-	82 074	-	74 293	-	109 812	-
Horeca	205	40 982	-	156 304	86 386	147 459	37 652	122 748	-
Servicediensten & Installaties	-	-	596 250	-	-	-	-	-	-
Afvalophaling	-	-	-	-	-	-	-	-	187 210
Verhuis	-	28 191	-	10 528	-	9 429	-	-	-
Bouw	-	-	908 880	122 039	-	139 530	-	135 045	-
E-Commerce	-	259 554	-	-	-	-	-	-	-
Facilitaire Leveringen	-	52 872	78 593	93 545	-	161 134	-	75 545	-

Met CB = Cargobike; BW = Bestelwagen; SW = Servicewagen (= bestelwagen); LV = Lichte vrachtwagen; LV-C = Geconditioneerde lichte vrachtwagen; VW = Vrachtwagen; VW-C = Geconditioneerde vrachtwagen; TO = Trekker-opleggercombinatie; AW = Afval-/vuilniswagen

Voor de voertuigtypes en samenstelling van de voertuigvloot werden de onderstaande gegevens gebruikt.

Tabel 10: Overzicht van de voertuigen

Voertuigtype	Brandstof-type	Merk en model	CO ₂ -uitstoot (g/km)	Verbruik elektr. WLTP (kWh/100 km)	Elektrische actieradius WLTP (km)	looptijd (mnd)* / jaarkm
Cargofiets	Elektrisch	CUBE Cargo Dual Hybrid 1000 Wh	0	0,80	125	48/9360
Vierwieler (L7e)	Elektrisch	XBUS Standard Box 10 kWh L7e	0	20,0	200	48/9360
Kleine bestelwagen	Elektrisch	CITROEN e-Berlingo M Heavy 136pk	0	18,0	275	72/23000
Kleine bestelwagen	Benzine	CITROEN Berlingo Van M Light S&S Club	173	/	/	72/23000
Medium bestelwagen	Elektrisch	CITROEN e-Jumpy M 50kWh 136pk/cv	0	24,9	230	72/25000
Medium bestelwagen	Diesel	CITROEN Jumpy M BlueHDi S&S	168		/	72/25000
Grote bestelwagen	Elektrisch	MERCEDES-BENZ eSprinter L2 47kWh 116pk	0	37,1	135	72/27000
Grote bestelwagen	Diesel	MERCEDES-BENZ Sprinter 211 L2 2.0 Cdi 114pk	187	/	/	72/27000
Extra grote bestelwagen	Elektrisch	FIAT e-Ducato Maxi 35 XL-H3 79kWh 122pk	0	25,0	316	108/30000
Extra grote bestelwagen	Diesel	FIAT Ducato Cargo S9	243	/	/	108/30000
Kleine vrachtwagen	Elektrisch	FUSO eCanter 7C18E M 83 kWh	0	59,3	140	108/26000
Kleine vrachtwagen	Diesel	FUSO Canter 7C18 3400 mm	250			108/26000
Medium afval-/vrachtwagen	Elektrisch	VOLVO FL Electric 4x66 kWh 4x2	0	150,0		108/56000
Medium afval-/vrachtwagen	Diesel	VOLVO FL 4x2V 16 ton D5K	550			108/56000
Vrachtwagen Groot	Elektrisch	MERCEDES-BENZ eActros 448 kWh	0	135		72/100000
Vrachtwagen Groot	Diesel	MERCEDES-BENZ Actros	750			72/100000
Vrachtwagen Extra Groot	Elektrisch	VOLVO FM Electric 540 kWh	0	180		72/100000
Vrachtwagen Extra Groot	Diesel	VOLVO FM	750			72/100000

*Looptijden en jaarlijks gereden afstanden gebaseerd op Trendrapport Logistieke Voertuigen (2022). Looptijd wordt beschouwd als het aantal jaren dat een voertuig wordt ingezet en komt overeen met het aantal jaar waarvoor de afschrijving telt.

De voornoemde gegevens werden vervolgens ingebracht in de *TCO Fleettool*, die ontwikkeld werd binnen The New Drive en gebaseerd is op:

- technische specificaties van het voertuig (vb. voertuigsegment, brandstof-type, cilinderinhoud, vermogen, fiscale pk, maximaal toegelaten massa (hierna kortweg MTM), CO₂-uitstoot, fossiel verbruik, elektrisch verbruik en elektrische actieradius)
- financiële specificaties van het voertuig (vb. catalogusprijs incl. opties, eventuele korting/subsidie, btw)
- gebruikstechnische specificaties (vb. aantal gereden kilometer/jaar, looptijd/gebruiksdur van het voertuig door dezelfde eigenaar, type gebruik (professioneel of combinatie professioneel-privé, type verwerving)). In deze studie gaat het om voertuigen die aangekocht worden om zo ook een inzicht te kunnen bieden in het effect van een aankoopsubsidie.

Om de TCO-berekening tot een goed einde te kunnen brengen zijn er heel wat modelaannames die moeten worden toegelicht. Deze omvatten:

- een overzicht van gehanteerde **brandstof- en energiekosten** (zie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**), deze laatste op basis van de zogenaamde laadmix die aangeeft welk aandeel het laden op de werksite, thuis, in de straat/onderweg en aan de snellader heeft. De laadmix wordt weergegeven in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** De brandstof- en energiekosten worden in het model gezien als een constante en wijzigen niet doorheen de jaren die worden onderzocht. Er zit een grote onzekerheid op hoe de prijzen voor residentieel laden en laden om het werk zullen evolueren, al kan een noodzakelijk geachte verschuiving van belastingen en heffingen van elektriciteit naar fossiele brandstoffen de TCO voor elektrische voertuigen significant doen dalen in de komende jaren. Voor logistiek laden (lees: megaWattladers ingezet als *Charging as a Service* (CaaS)) zal de prijs wellicht niet veel wijzigen doorheen de jaren gezien alle servicekosten die eraan verbonden zijn. Desondanks is het aannemelijk dat omwille van toenemende concurrentie in de markt van het publiek laden voor logistiek het publieke laadtarief nog verder zal zakken t.o.v. de €0.75/kWh die we vandaag aannemen.

Tabel 11: Laadmix voor lichte en zware vracht, gebaseerd op inzichten via ELaad NL*, MTM staat voor maximaal toegelaten massa

Laadlocatie	MTM < 3,5t	MTM > 3,5t
Thuis	23%	0%
Op de werksite	50%	90%
Onderweg/publiek	27%	10%

* Zie https://elaad.nl/wp-content/uploads/2022/05/20Q3_Elaad_Outlook_E-trucks_internationale_logistiek.pdf voor zware vracht en https://www.elaad.nl/wp-content/uploads/2022/05/20Q2_ElaadNL_Outlook_E-bestelvoertuigen_V1.0.pdf voor lichte vracht

Tabel 12: Modelaanname rond energie- en brandstofkosten

Energie en brandstof	Eenheid	Aantal	Bron/opmerking
- Prijs benzine incl. btw	€/L	1,756	Statbel gemiddelde 1/12/2022 - 28/02/2023 95 RON-E10
- Prijs diesel incl. btw	€/L	1,773	Statbel gemiddelde 1/12/2022 - 28/02/2023 95 diesel B9
- Prijs professionele diesel incl. btw	€/L	1,567	Statbel gemiddelde 1/12/2022 - 28/02/2023 95 diesel B10
- Prijs elektr. incl. btw MTM < 3,5t	€/kWh	0,457	min €0,205067/l per 01/04/2023 (Wordt automatisch berekend via onderstaande inputcellen)
stroomprijs laden op de werksite	€/kWh	0,30	
stroomprijs laden thuis	€/kWh	0,51	CREG kwartaalgemiddelde voor Vlaanderen 12/2022-02/2023
stroomprijs laden in de straat (publiek)	€/kWh	0,70	Gemiddelde stroomprijs o.b.v. concessies in Vlaanderen
stroomprijs snelladen	€/kWh	0,85	Gemiddelde stroomprijs o.b.v. concessies in Vlaanderen
aandeel laden op de werksite	%	50%	Bron: ELaad NL
aandeel laden thuis	%	23%	Bron: ELaad NL
aandeel laden in de straat	%	27%	Bron: ELaad NL
aandeel snelladen	%	0	
- Prijs elektr. incl. btw MTM > 3,5t	€/kWh	0,345	(Wordt automatisch berekend via onderstaande inputcellen)
stroomprijs laden op de werksite	€/kWh	0,30	
stroomprijs laden thuis	€/kWh	0,51	CREG kwartaalgemiddelde voor Vlaanderen 12/2022-02/2023
stroomprijs laden onderweg	€/kWh	0,75	Bron: tarifiëring Fastned NL 2023, <i>Charging as a Service</i>
stroomprijs snelladen	€/kWh	0,75	Bron: tarifiëring Fastned NL 2023, <i>Charging as a Service</i>
aandeel laden op de werksite	%	90%	Bron: ELaad NL
aandeel laden thuis	%	0%	Hoeveel % van de tijd wordt het voertuig op thuis geladen?
aandeel laden onderweg	%	10%	Hoeveel % van de tijd wordt het voertuig in de straat geladen?
aandeel snelladen	%	0	Hoeveel % van de tijd wordt het voertuig snel geladen?

- **Laadinfrastructuur** werd bewust niet meegenomen in de TCO-berekening. Dit omdat enerzijds depotladers relatief goedkoop zijn en dus een marginale impact zouden hebben op

het resultaat (bvb. wanneer de investering zou worden afgeschreven over een gebruiksduur van 15 jaar). Ook zullen laders met hogere vermogens zoveel mogelijk worden gebruikt door verschillende voertuigen van de eigen en de externe vloot om de terugverdiendtijd te bespoedigen. Om die reden hebben we voor deze TCO-studie geopteerd voor het *Charging as a Service* (CaaS)-principe waarbij logistieke spelers hun laadinfrastructuur uitbesteden aan derde partijen, die op hun beurt hun investeringskost doorvertalen in het stroomtarief dat ze aanrekenen. Hetzelfde zien we gebeuren voor publiek laden waarbij er wordt gerekend op infrastructuur van derden. In tabel 11 staan de veronderstelde laadlocaties, gebaseerd op de e-Laadbronnen die eronder vermeld staan. Kosten voor zo'n cabine kunnen oplopen tot zo'n €100 000 maar dienen afgeschreven te worden op de hele vloot aan elektrische voertuigen¹.

- **Restwaarde** wordt voor de bestelwagens (< 3,5t) berekend volgens een vereenvoudigde methode van TU Eindhoven (auteur: prof. dr.ir. Steinbuch), welke rekening houdt met de totale gereden afstand, de voertuigleeftijd en een inschatting van de depreciatie van het voertuig. Voor zware vracht werd binnen de werkgroep samengewerkt op basis van confidentiële constructeursdata die VUB kon inzien.
- **Verzekering** wordt voor bestelwagens berekend op basis een percentage van 1,75% van de cataloguswaarde inclusief opties. Voor zware vracht wordt gerekend met een vaste waarde van €350/maand, een waarde die gevalideerd werd vanuit de vervoerssector.
- **Reparatie en onderhoud** wordt voor zware vracht arbitrair op €350/maand ingesteld, met een vermindering met 30% voor elektrische vrachtwagens, conform aan de inzichten uit de vervoerssector. Voor de bestelwagens wordt deze kost berekend op basis van de catalogusprijs van het voertuig.
- Het **Fiscaal effect** (of investeringsaftrek voor vennootschappen die winst maken) voor bestelwagens wordt bepaald op basis van de huidige vennootschapsbelasting van 25%, die wordt toegepast op alle voertuigkosten. Voor zware vracht wordt doorheen de onderzochte jaren rekening gehouden met een investeringsaftrek van 8% voor fossiele vrachtwagens en 10,5% voor een verhoogde aftrek gespreid over 10 jaar voor emissievrije vrachtwagens, op basis van de circulaire over fiscale vergroening van de mobiliteit.
- In België is er een **kilometerheffing** van toepassing op vrachtvoertuigen met een MTM groter dan 3,5 ton. De heffing is enkel van toepassing op het hoofdwegennetwerk in Vlaanderen en de prijs is afhankelijk van het laadvermogen en de EURO norm van het voertuig. Voor vrachtvoertuigen met een MTM <12t wordt een tarief van €0,05/km ingecalculeerd, voor de zwaardere voertuigen verhoogt dit tarief tot €0,144/km.
- De TCO analyse houdt rekening met de **subsidie** voor de aanschaf van emissievrije vrachtwagens. Daarvoor wordt de huidige Ecologiepremie+, die VLAIO uitreikt, gebruikt. Deze subsidie liep tot en met 31 december 2023 en was in se beperkt tot twee vrachtwagens per onderneming en kan dus niet veralgemeend worden. Toch wordt deze meegenomen in de vergelijking om de impact van subsidiëring op de meerjareninvesteringen van de logistieke sectoren aan te tonen. Deze subsidie wordt berekend door 80% van de meerkost van de cataloguswaarde tussen een elektrisch voertuig en zijn fossiele aangedreven tegenhanger te vermenigvuldigen met 50% voor kleine ondernemingen, en is begrensd tot €800.000 per onderneming.

Het resultaat van de oefening is een TCO op maandbasis, al wordt deze omgerekend naar een TCO op kilometerbasis om de financiële impact te kunnen bepalen aan de hand van de uitgemiddelde goederenstroomdata, weergegeven in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** dewelke afkomstig

¹ Bovendien wordt de allocatie van de investeringskost in een stroomcabine bemoeilijkt door het feit dat heel onze samenleving (incl. industrie) de shift naar elektrisch moet maken. Zo is het aannemelijk dat bedrijven in de toekomst volledig moeten overschakelen op elektriciteit waardoor hun stroomvraag aanzienlijk zal toenemen. Die cumulatieve stroomvraag zal ervoor zorgen dat we onze stroomvoorziening zullen moeten herzien en dat stroomcabines bij de meeste bedrijven zullen moeten worden geplaatst en/of worden opgeschaald.

zijn van het DPCL model. Belangrijke aannames rond de evolutie van de TCO van verschillende voertuigtypes zijn:

- De TCO's worden doorgerekend t.e.m. 2035, hierna wordt voor de periode van 2036-2050 dezelfde TCO aangehouden als die van 2035, dit omdat het niet mogelijk is om onderbouwde uitspraken te doen over de evoluties op lange termijn.
- Voor cargobikes wordt de TCO van 2023 doorgetrokken naar de volgende jaren waardoor deze constant is tot en met 2050.
- Voor bestelwagens wordt een TCO-kostenpariteit voorspeld tegen 2026 (zoals aangegeven door T&E (2022)), vanaf dit kantelpunt in de tijd wordt de elektrisch gereden kilometer goedkoper verondersteld. In de periode 2026-2035 veronderstelt men een arbitraire evolutie naar een meerkost van 10% voor fossiel afgelegde kilometers en een besparing van 10% voor zero-emissie kilometers, d.w.z. dat de TCO voor een bepaald type voertuig stapsgewijs toeneemt tot we 10% boven/onder de waarde in 2026 uitkomen.
- Voor zware vracht (N2 en N3) wordt een TCO-kostenpariteit voorspeld tegen 2029, zoals aangegeven door ICCT (2023), waarbij de Vlaamse situatie gespiegeld wordt aan die in Duitsland indien er géén subsidies/stimuli zouden uitgewerkt worden. Opnieuw voor de periode 2029-2035 met een stapsgewijze stijging/afname van de TCO/km met 10% voor fossiele en zero-emissie afgelegde kilometers, respectievelijk.
- Voor vrachtwagens wordt ook telkens een voertuig toegevoegd waarop de Ecologiepremie+ toegepast werd, wat resulteert in een vroegere kostenpariteit op vlak van de TCO/km. Voor de 'grote' vrachtwagens (MTM 16-23t) betekent dit dat de TCO vandaag al goedkoper is voor de elektrische variant, vergeleken met de dieseltegenhanger. Dit kan een belangrijke stimulans zijn om het subsidiesysteem uit te rollen voor alle nieuwe vrachtwagens van dit segment.
- Voor wat betreft de modal shift van bestelwagens naar cargobikes wordt algemeen aangenomen dat 20% van kilometers gereden door bestelwagens wordt vervangen door kilometers door cargobikes. Een studie in Nederland (Van Amstel et al., 2018) schat namelijk in dat 20% van de bestelwagenbewegingen vervangen kunnen worden door cargofietsen.
- Er wordt in deze oefening géén rekening gehouden met eventuele batterijwissels of met zogenaamde 'ladingsvensters' waarbij de batterijlading tussen 20% en 80% wordt gehouden om de levensduur ervan te maximaliseren. Zulke laadvensters hebben immers geen impact op een TCO-analyse uitgedrukt in €/km waarin personeelskosten niet worden meegenomen. Waar ze wel een impact op hebben zijn de wachttijden die erdoor gegenereerd worden tijdens het opladen van de voertuigen, maar dan spreken we al over de praktische inzet van de voertuigen en dat overstijgt de opzet van deze analyse.

2.4 Nulmeting en evaluatie

De nulmeting en evaluatie is doorheen dit rapport opgenomen in de verschillende secties. Er zijn de methoden en modellen die voor de nulmeting en evaluaties gebruikt zijn, beschreven in Sectie 2. Er is de huidige stedelijke distributie – de nulmeting – die in Sectie 3 beschreven is. De drie onderzoeksteden vormen hiervoor de basis, waarna opschaling naar de Vlaamse centrumsteden plaatsvindt. Er zijn de evaluaties van de toekomstige scenario's gevonden kunnen worden in Sectie 5.

Voor de nulmeting en evaluatie wordt een Key Performance Indicator framework opgesteld dat rekening houdt met de transport prestaties en de duurzaamheid – dewelke een sociale, ecologische en economische component omvat. De meet- en evaluatie oefening capteert zo de multidimensionale complexiteit en impact van de emissievrije stadslogistiek. De volgende KPI's worden doorheen het rapport gepresenteerd voor de nulmeting en toekomstige scenario's in respectievelijk Sectie 3 en Sectie 5:

Transport prestaties:

1. Voertuigkilometers per transportmodus
2. Voertuigkilometers per sector

Sociaal luik van de duurzaamheid:

3. De transport-gerelateerde externe kosten voor geluidsoverlast
4. De transport-gerelateerde externe kosten voor ongevallen

Het sociale luik beoogde ook om te kijken naar de impact van de transitie op kwetsbaardere ondernemingen. Dit is in zeer summier mate opgenomen in de resultaat beschrijvingen in Sectie 5. Deze mate is immers verbonden aan het analyse niveau van de gehanteerde methoden: het DPCL model en de TCO analyse. In het opstellen van de DPCL analyses is er zoals aangehaald rekening gehouden met kleine ondernemingen binnen de sectoren. Het sample is echter te beperkt om onderbouwde uitspraken voor deze kwetsbaardere subgroep te maken. In de TCO is er, zoals beschreven, geen rekening gehouden kunnen worden met omvang van bedrijven. Dit werd opgevangen door enerzijds meer aandacht te besteden aan de Ecologiepremie+ die in haar huidige vorm een beperking heeft tot 2 voertuigen. Anderzijds werden waar mogelijk en nodig nuances of verhelderingen toegevoegd om de lezer aandachtig te maken voor deze kwetsbaardere groep. Tewerkstelling bleek niet op een onderbouwde manier opgenomen te kunnen worden.

Ecologisch luik van de duurzaamheid

5. De transport-gerelateerde externe kosten voor luchtvervuiling
6. De hoeveelheid luchtvervuilende emissies voor fijn stof en NO_x
7. De transport-gerelateerde externe kosten voor broeikasgassen
8. De hoeveelheid luchtvervuilende emissies voor CO₂ equivalenten

Economisch luik van de duurzaamheid

9. De transport-gerelateerde externe kosten voor infrastructuurschade
10. De transport-gerelateerde externe kosten voor congestie
11. De kosten en baten verbonden aan de transitie naar emissievrije stedelijke logistiek volgens de verschillende scenario's voor zowel lokale overheden als de Vlaamse overheid
12. De kosten en baten verbonden aan de transitie naar emissievrije stedelijke logistiek volgens de verschillende scenario's voor de sectoren.

De nulmeting en evaluatie houdt rekening met de vijf pijlers die samengaan in de transitie naar emissievrije stedelijke distributie: goederenstromen (zie Sectie 3), stakeholder analyse (zie Sectie 4.1), voertuigvloot (zie Sectie 4.2), infrastructuur (zie Sectie 4.3) en beleid (zie Sectie 4.4).

Tot slot werd er om bovenstaande KPI's te monitoren ook een evaluatieformulier opgesteld dat toelaat om toekomstige pilootprojecten in het kader van emissievrije stedelijke distributie te evalueren volgens dezelfde principes als deze in dit rapport. Dit formulier dient idealiter voor, tijdens en na afloop van het pilootproject ingevuld te worden om een goede vergelijking toe te laten en eventueel tijdens het verloop van het project bij te sturen. Het evaluatieformulier is terug te vinden in onderstaande tabel.

Nulmeting en evaluatie van piloot	
Maatregel: Type maatregel: <input type="checkbox"/> Stimulerend <input type="checkbox"/> Faciliterend <input type="checkbox"/> Regulerend	Invoerdatum: Einddatum: Sector: Uitzonderingen:
Stad: Gebied:	
Actoren: <input type="checkbox"/> Overheden: <input type="checkbox"/> Logistieke dienstverleners: <input type="checkbox"/> Verzenders en ontvangers: <input type="checkbox"/> Producenten, leveranciers en distributeurs: <input type="checkbox"/> Burgers en andere:	
Handhaving: <input type="checkbox"/> Fysieke vaststellers <input type="checkbox"/> Fysieke toegangsbeperking <input type="checkbox"/> ANPR <input type="checkbox"/> Geolocalisatie	
Gebruik laadinfrastructuur (%): <input type="checkbox"/> Publieke laadinfrastructuur: <input type="checkbox"/> Semi-publieke laadinfrastructuur: <input type="checkbox"/> Private laadinfrastructuur:	Investering in laadinfrastructuur (€): <input type="checkbox"/> Publieke laadinfrastructuur: <input type="checkbox"/> Semi-publieke laadinfrastructuur: <input type="checkbox"/> Private laadinfrastructuur:
Prestatie business as usual Getransporteerd volume (ton): Voertuigkilometers in pilootgebied: <input type="checkbox"/> Cargobike: <input type="checkbox"/> Bestelwagen (N1): <input type="checkbox"/> Lichte vrachtwagen (N2): <input type="checkbox"/> Zware vrachtwagen (N3): <input type="checkbox"/> Binnenvaart <input type="checkbox"/> Spoor <input type="checkbox"/> Cargobike: <input type="checkbox"/> EV bestelwagen (N1): <input type="checkbox"/> EV lichte vrachtwagen (N2): <input type="checkbox"/> EV zware vrachtwagen (N3): Voertuigkilometers buiten pilootgebied: <input type="checkbox"/> Cargobike: <input type="checkbox"/> Bestelwagen (N1): <input type="checkbox"/> Lichte vrachtwagen (N2):	Prestatie pilot Getransporteerd volume (ton): Voertuigkilometers in pilootgebied: <input type="checkbox"/> Cargobike: <input type="checkbox"/> Bestelwagen (N1): <input type="checkbox"/> Lichte vrachtwagen (N2): <input type="checkbox"/> Zware vrachtwagen (N3): <input type="checkbox"/> Binnenvaart <input type="checkbox"/> Spoor <input type="checkbox"/> Cargobike: <input type="checkbox"/> EV bestelwagen (N1): <input type="checkbox"/> EV lichte vrachtwagen (N2): <input type="checkbox"/> EV zware vrachtwagen (N3): Voertuigkilometers buiten pilootgebied: <input type="checkbox"/> Cargobike: <input type="checkbox"/> Bestelwagen (N1): <input type="checkbox"/> Lichte vrachtwagen (N2):

<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Zware vrachtwagen (N3):<input type="checkbox"/> Binnenvaart<input type="checkbox"/> Spoor<input type="checkbox"/> Cargobike:<input type="checkbox"/> EV bestelwagen (N1):<input type="checkbox"/> EV lichte vrachtwagen (N2):<input type="checkbox"/> EV zware vrachtwagen (N3):	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Zware vrachtwagen (N3):<input type="checkbox"/> Binnenvaart<input type="checkbox"/> Spoor<input type="checkbox"/> Cargobike:<input type="checkbox"/> EV bestelwagen (N1):<input type="checkbox"/> EV lichte vrachtwagen (N2):<input type="checkbox"/> EV zware vrachtwagen (N3):
---	---

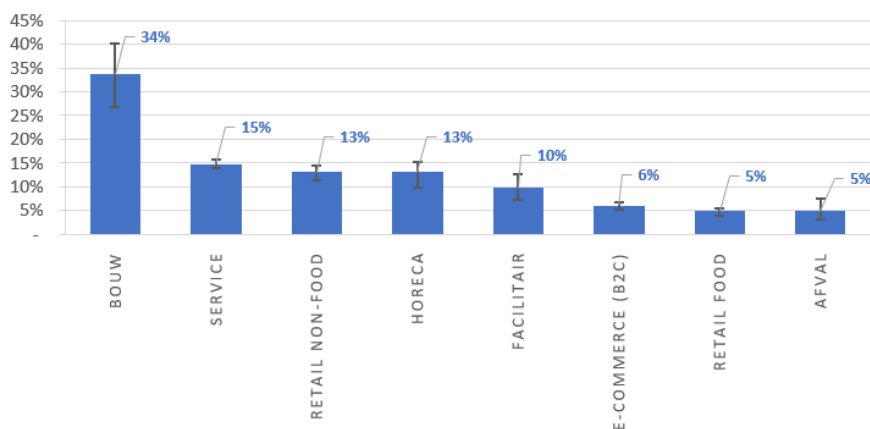
3 Huidige stedelijke distributie

Bij moment van schrijven is emissievrije stedelijke distributie nog de uitzondering. Om gericht invulling te geven aan de Vlaamse ambitie om centrumsteden vanaf 2025 emissievrij te beleveren, is het noodzakelijk om te begrijpen hoe de vraag naar transport er uit ziet. Logistieke stromen zijn namelijk erg divers wat betreft hun ritdynamiek, oorsprong en bestemmingen, type voertuigen, duur en lengte van de ritten, etc. Hierdoor verschillen ook de haalbaarheid en de nodige hefboomen voor het emissievrij maken van de verschillende stromen.

Verschillende sectoren zijn logistiek actief in de stad. Elk hebben ze niet alleen een verschillende frequentie in ophaling en verzending, ze hebben ook in de bredere zin een ander transportprofiel. Deze worden in dit onderzoek in kaart gebracht met het Digital Platform City Logistics model voor de drie onderzoeksteden. Zowel de verzenders als ontvangers worden opgedeeld in de sectoren (zie Sectie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**).

3.1 Analyse op basis van sectoren

De analyse van het gemiddelde van de drie onderzoeksteden toont aan dat de bouwsector veruit de belangrijkste sector is wanneer er gekeken wordt naar het aantal voertuigkilometers in steden. Service logistiek, Retail non-food en horeca staan ongeveer in voor een even groot aandeel van de afgelegde stedelijke voertuigkilometers. Opvallend is het beperkte aandeel van e-commerce leveringen in gereden voertuigkilometers. Hoewel dit een zeer zichtbare stroom is in het straatbeeld en deze voertuigen overlast kunnen veroorzaken door het vele stoppen en (fout) parkeren, heeft deze sector slechts een klein aandeel in het totale goederenverkeer. Merk op dat het segment "e-commerce" gefocust is op leveringen aan particulieren en dat zo'n 5% van de leveringen in de sector "retail non-food" ook door e-commerce spelers (zoals GLS, DHL, UPS,...) gebeurt. Onderstaande grafiek toont het aandeel voertuigkilometers per logistieke sector. De balken geven een gemiddelde weer van de 3 verschillende onderzoeksteden. Aanvullend is de spreiding weergegeven, namelijk het minimale en maximale percentage als resultaat van de analyse van de verschillende onderzoeksteden.



Figuur 8 : Aandeel voertuigkilometer voor de verschillende sectoren – gemiddelde van de drie onderzoeksteden (bron: DPCL)

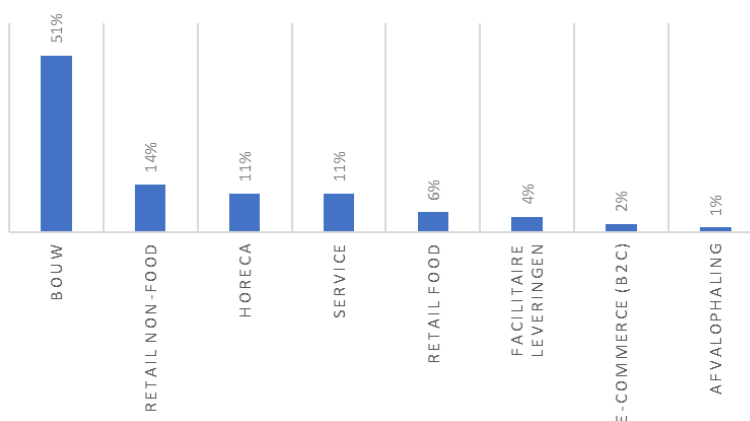
De resultaten uit bovenstaande analyse tonen grotendeels overeenkomsten met de onderzoeksresultaten van Nederlandse studies over dit onderwerp (Topsector Logistiek, 2017; Stad Amsterdam, 2022). Voor bouw, e-commerce (B2C) en afval zijn het aantal voertuigkilometers vrij gelijkaardig. De resultaten voor retail non-food, retail food en horeca liggen in de analyse voor Vlaamse centrumsteden consistent lager dan in de analyses voor Nederlandse steden. Daartegenover staat dat de som van serviceverkeer (diensten zoals herstelwerken en onderhoud) en facilitair

verkeer (o.a. kantoor materiaal) hoger ligt in deze studie dan in de studies van Topsector Logistiek (2017) en gemeente Amsterdam (2022).

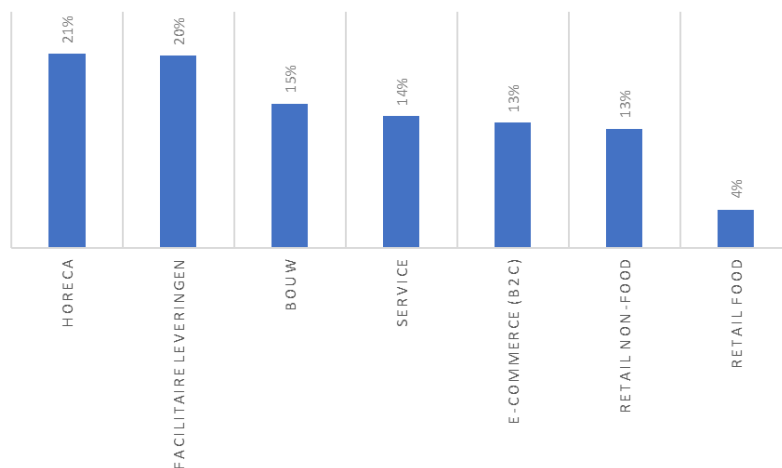
Tabel 13: Aandeel van verschillende sectoren in hoeveelheid gereden kilometers in steden

Sector / Onderzoek	Gemiddelde Vlaamse onderzoeksteden DPCL	Topsector Logistiek (2017)	Gemeente Amsterdam (2022)
Bouw	34%	31%	30%
Retail non-food	13%	44%	20%
Retail food	5%		11%
Horeca	13%		14%
Service	15%	16%	15%
Facilitair	10%		
E-commerce (B2C)	6%	5%	7%
Afval	5%	4%	3%

Het aandeel van de sectoren in het aantal ritten (zie Figuur 9) en het aantal leveringen (zie Figuur 10), schetst een heel ander beeld. Voor het aantal ritten groeit het aandeel van de bouwsector heel sterk, waardoor de aandelen voor de andere sectoren gevoelig dalen. De bouwsector wordt immers gekenmerkt door enkele leveringen en zal dus voor slechts 1 levering de stad inrijden. Eén levering komt bijgevolg overeen met één rit. Voor e-commerce is dat net omgekeerd. Deze sector kan veel pakketten voor verschillende bestemmingen in de stad bundelen en kan dus veel leveringen uitvoeren binnen één zelfde rit.



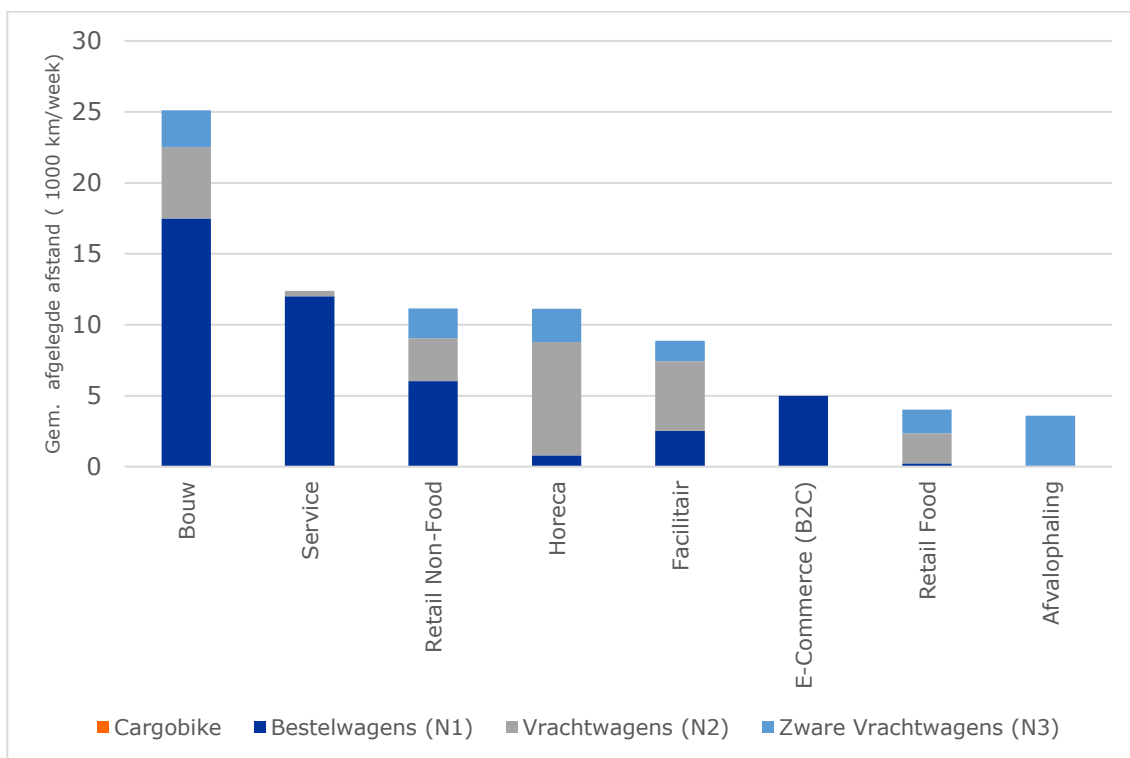
Figuur 9: Aandeel ritten per sector – gemiddelde van de drie onderzoeksteden (bron: DPCL)



Afvalophaling werd bij het aantal "leveringen" niet meegerekend, omdat deze anders 90% van de totale leveringen zouden vertegenwoordigen (elk adres is een "leveradres").

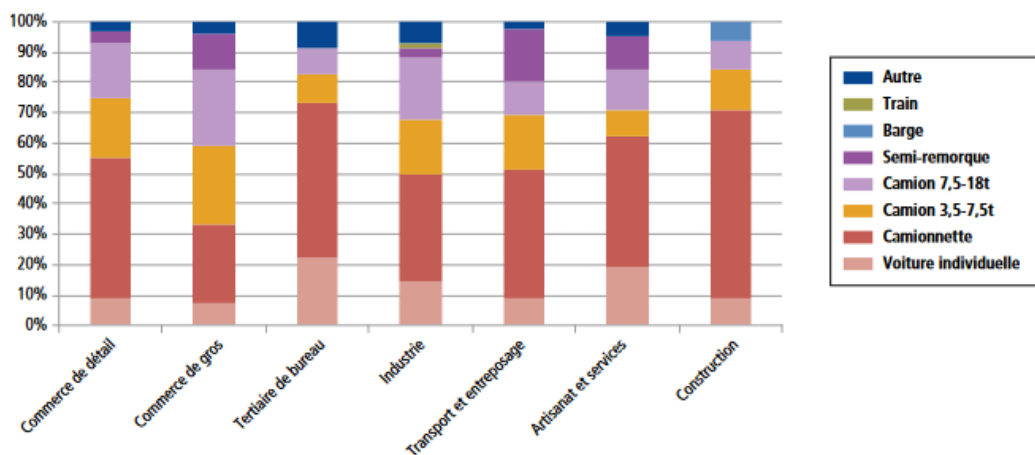
Figuur 10: Aandeel leveringen per sector – gemiddelde van de drie onderzoeksteden (bron: DPCL)

Op vlak van voertuigen is het duidelijk dat bestelwagens in elke sector worden ingezet, behalve voor afvalophaling. Het aandeel bestelwagens is voornamelijk dominant in de volgende sectoren: bouw, service en e-commerce. Vrachtwagens (N2 en N3) worden hoofdzakelijk ingezet voor afvalophaling en voor de levering aan horeca en kantoren (facilitair). Cargobikes worden vandaag zeer beperkt ingezet en zijn enkel zichtbaar in de afgelegde voertuigkilometers in de stad Antwerpen.



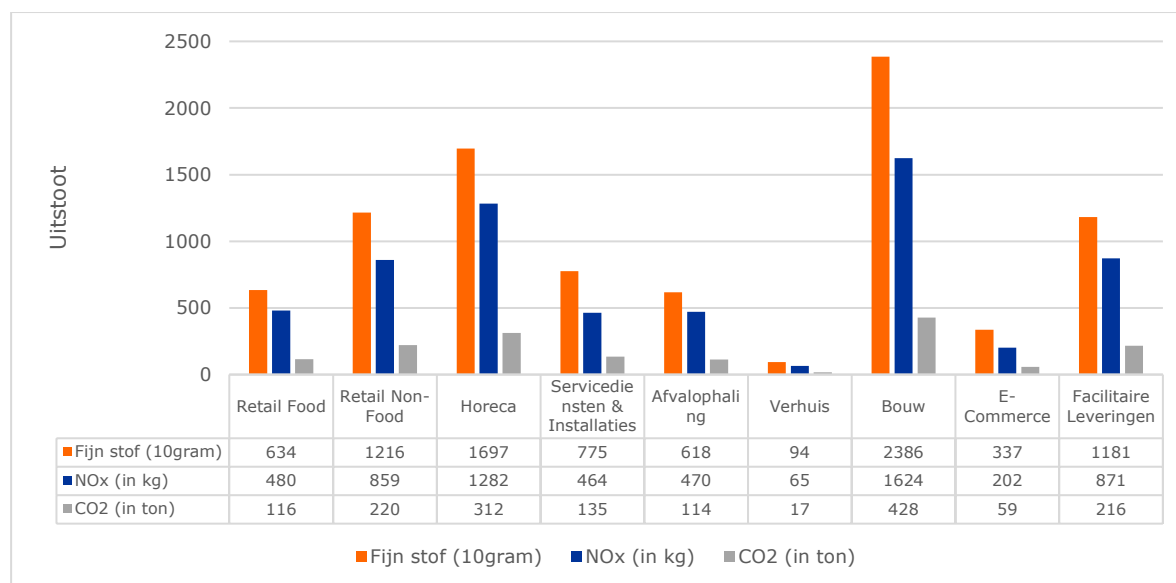
Figuur 11: Voertuigkilometers per sector, op basis van het gemiddelde van de verschillende onderzoeksteden, opgedeeld per voertuigtype (bron DPCL)

Ook in andere studies merkt men dat een groot aandeel van de stedelijke distributie uitgevoerd wordt door bestelwagens, en dit over alle sectoren heen. In de studie uitgevoerd volgens de FRETURB methodologie (Routhier, 1999) in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (Strale et al., 2015) bevestigt dit. De verschillen in voertuiggebruik tussen de sectoren zijn wel minder uitgesproken (Strale et al., 2015) dan in dit onderzoek (Figuur 12).



Figuur 12: Inschatting van de modal split van stedelijke leveringen per sector in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (Strale et al., 2015).

De gereden voertuigkilometers veroorzaken emissies van zowel broeikasgassen (CO₂ in het bijzonder) als luchtpolluenten (NO_x en PM). De uitstoot is afhankelijk van een resem parameters, zoals beschreven in Sectie 2.2.2. Eén van deze parameters is het voertuig type, en zoals figuur 11 aantoon, zitten er verschillen in voertuigkeuze tussen de verschillende sectoren. Dat vertaalt zich in een verschillende impact in uitstoot per sector, bovenop het uitstoot verschil ten gevolge van het verschil in aantal voertuigkilometers per sector. De bouwsector is verantwoordelijk voor de meeste uitstoot (26%). Dat aandeel is lager dan het aandeel van de bouwsector in de afgelegde voertuigkilometers (30%). Retail food, horeca, afvalophaling en facilitaire leveringen veroorzaken disproportioneel meer emissies dan hun aandeel in het aantal afgelegde voertuigkilometers.

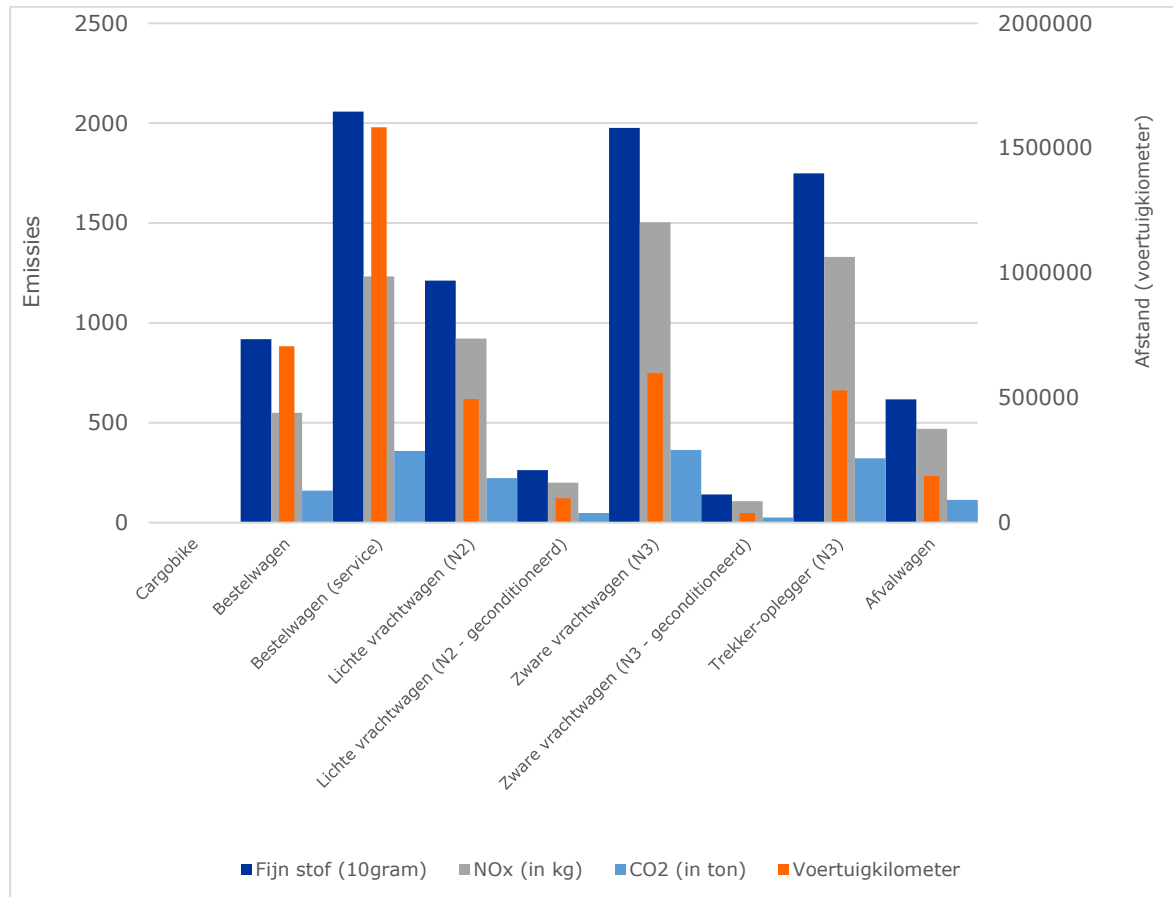


Figuur 13: Uitstoot per sector voor een gemiddelde centrumstad – noteer dat de gemiddelde centrumstad verschilt van het gemiddelde van de onderzoeksteden.

De gemiddelde Vlaamse centrumstad wordt bepaald door tweemaal Antwerpen – uitgaande dat Antwerpen het equivalent is van Gent – en elfmaal het gemiddelde van Leuven en Kortrijk – het equivalent zijn van de andere centrumsteden – op te tellen en te delen door het totaal van dertien centrumsteden.

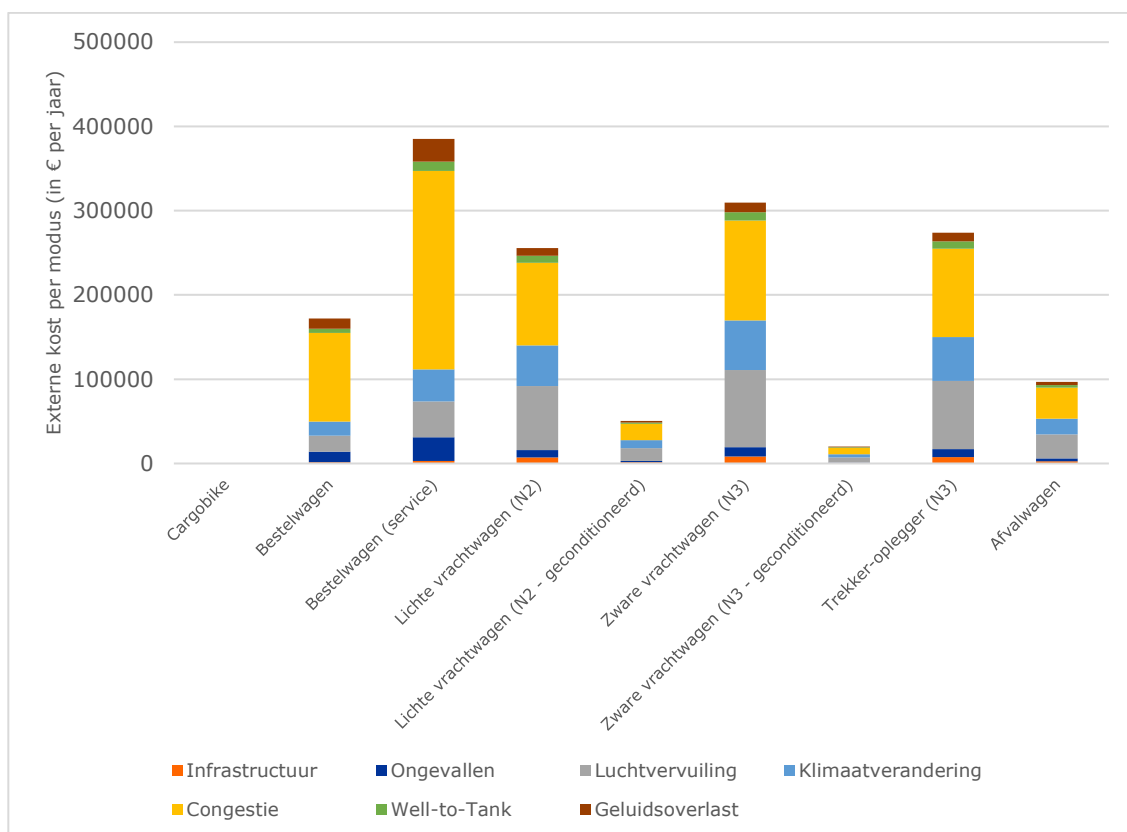
3.2 Analyse van het huidige wagenpark

Naast de opdeling per sector, is ook een opdeling van de emissies en externaliteiten mogelijk per voertuigtype. Onderstaande figuur 14 toont het aantal afgelegde voertuigkilometers en de daaraan gerelateerde CO₂ -, PM- en NO_x emissies. In grootorde stoten bestelwagens (N1), trekker-oplegger combinaties en zware vrachtwagens (N3) ongeveer evenveel uit per jaar in de stad. Alleen rijden bestelwagens wel driemaal zoveel voertuigkilometers in de stad. Geconditioneerde goederenvoertuigen stoten relatief meer emissies uit per voertuigkilometer dan hun standaard variant. De cijfers zijn weergegeven voor de boven gedefinieerde gemiddelde Vlaamse centrumstad.



Figuur 14: Emissies per voertuigtype voor een gemiddelde centrumstad.

De totale externe kost van de huidige stedelijke distributie in Vlaanderen bedraagt 2,11 miljoen euro per jaar voor een gemiddelde centrumstad. Congestie is de belangrijkste externaliteit in monetaire termen. Het proportioneel hoog aantal voertuigkilometers met bestelwagens vertaalt zich ook in hoge congestiekosten in absolute termen. Noteer dat een elektrificatie van de huidige stedelijke distributie voor een reductie in de externe kosten van luchtvervuiling en klimaatverandering zal zorgen. Elektrische voertuigen zorgen echter niet voor minder congestie. Indien het laadvermogen van het elektrisch voertuigen consistent beperkter is dan dat van een diesel voertuig riskeert zelfs een lichte toename van de congestiekosten. Ook de infrastructuurkosten en ongevalskosten worden niet gereduceerd met een shift naar elektrisch rijden. Dit alles maakt dat de transitie naar een emissievrije stedelijke distributie ondersteund en/of gepaard kan gaan met flankerende maatregelen die inzetten op het optimaliseren (vermijden) of verschuiven van goederentransport, dewelke wel voor verminderingen in congestiekosten, ongevalskosten etc. zorgen.



Figuur 15: Jaarlijkse externe kost per voertuigtype voor een gemiddelde centrumstad.

De huidige aandrijvingstechnologie van wegvoertuigen voor goederenvervoer in België is voor N2 en N3 voertuigen nagenoeg volledig gebaseerd op diesel (99%). Voor bestelwagens (N1) is dat aandeel 90% van het park. 6,5% van deze voertuigen is gasaangedreven. Bij de nieuw verkoop van bestelwagens (N1) ziet men eveneens dat 90% diesel aangedreven is. 7% is benzine aangedreven en 3% is elektrisch aangedreven. De verkoop van elektrische bestelwagens verdubbelt wel ieder jaar. Voor zwaarder wegvervoer bestaat de nieuwverkoop momenteel hoofdzakelijk uit diesel aangedreven N2 en N3 voertuigen (98%). De overige 2% zijn aardgas aangedreven voertuigen, dewelke niet als emissievrij beschouwd kunnen worden. Een elektrificatie van deze zware voertuigen is nog niet zichtbaar in de cijfers. In Nederland en Duitsland begint dat wel te komen, omdat daar een pro-actiever beleid gevoerd wordt richting emissievrije logistiek.

Markt zware vracht		2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022						
Benzine		0	0	1	7	21	9	5
Diesel		0	0	8021	8401	5182	5749	6435
LNG		0	0	0	50	183	158	55
Aardgas		14	59	95	206	64	48	14
Elektriciteit		0	0	1	0	3	2	5
Plug-in		0	3	0	0	0	0	2
Andere		0	0	0	0	0	0	0
Totaal		14	62	8118	8664	5453	5966	6516

Marktaandeel zware vracht		2018 2019 2020 2021 2022				
Aardgas		0,01	0,02	0,01	0,01	0,00
Elektriciteit		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Plug-in		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Markt lichte vracht		2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022						
Benzine		0	0	3605	3234	2156	1831	1979
Diesel		0	0	40643	45077	42326	39709	33273
LNG		0	0	0	0	0	0	0
Aardgas		93	344	478	656	405	226	59
Elektriciteit		44	83	126	238	245	455	810
Plug-in		0	0	4	96	200	484	612
Andere		?	?	?	?	?	?	?
Totaal		191	583	45052	49553	45445	42886	36741

Marktaandeel lichte vracht		2018 2019 2020 2021 2022				
Aardgas		1,06%	1,32%	0,89%	0,53%	0,16%
Elektriciteit		0,28%	0,48%	0,54%	1,06%	2,20%
Plug-in		0,01%	0,19%	0,44%	1,13%	1,67%

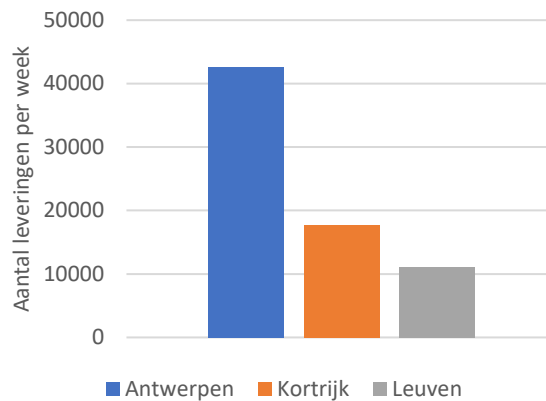
Figuur 16: Marktaandeel van verschillende aandrijvingsvormen (ViaVia).

Als conclusie kan gesteld worden dat de huidige stedelijke distributie in Vlaanderen zich aan het begin van de transitie bevindt, net voor het moment van take-off (zie figuur 1). Er is bijgevolg enerzijds beleid nodig om de transitie te versnellen en anderzijds zijn aanpassingen nodig om een acceleratie van de transitie toe te laten die rekening houdt met de beperkingen en kenmerken van specifieke elementen van de stedelijke distributie. Een voorbeeld is de beschikbaarheid van betaalbare emissievrije zware goederenvervoertuigen (N2 en N3).

3.3 Analyse op basis van onderzoeksteden

De drie onderzoeksteden vormen de basis van het onderzoek. De ambitie voor emissievrije stedelijke distributie gaat echter verder dan de onderzoeksteden. De vraag stelt zich bijgevolg in welke mate de onderzoeksteden van elkaar verschillen. Dit met het oog om uitspraken te kunnen doen voor niet-onderzoeksteden. Onderzoek toont immers aan dat het emissievrij organiseren van stedelijke distributie context-afhankelijk (Janjevic et al., 2014) is.

In absolute waarden heeft het onderzoeksgebied van Antwerpen 2,5 maal meer leveringen per week dan Kortrijk (R8) en zelfs 4 keer meer dan Leuven binnen de R23. Wanneer er echter gekeken wordt naar de onderliggende factoren dan is een eerste vaststelling dat het **handelsapparaat, aantal huishoudens en de aanwezigheid van voorzieningen** bepalend zijn voor het totaal aantal leveringen in steden (zie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**).



Figuur 17: Aantal leveringen per week per onderzoekstad (bron DPCL)

Gemiddeld wordt 38% van alle leveringen (en 31% van alle logistieke voertuigkilometers) gegenereerd door horeca en retail (food en non-food). Dit betekent dat de grootte van het handelsapparaat zeer bepalend is voor de stedelijke logistieke stromen. Dat is terug te vinden in zowel de absolute waarden (groot aantal geeft groot aantal leveringen) als in de relatieve waarden (handelsapparaat per km²).

Tabel 14: Karakteristieken onderzoeksteden

Onderzoeksstad	Opp.	# Huishoudens	# Winkels & horecazaken	# Kantoren	#Ziekenhuizen	# leveringen per week
Antwerpen (R10)	15 km ²	78 000	5 111	2 247	8	42 683
Kortrijk (R8)	18 km ²	32 687	1 455	490	0	17 766
Leuven (R36)	4 km ²	28 854	1 201	270	1	11 078
<i>Per opp. (km²)</i>						
Antwerpen (R10)		5 200	341	150	0,5	2 845
Kortrijk (R8)		1 816	81	27	0	987
Leuven (R36)		7 214	300	68	0,3	2769

Het aantal huishoudens bepaalt dan weer het aantal leveringen voor servicediensten, e-commerce leveringen (B2C), afvalophaling en (een deel van) de bouwlogistiek. Samen zijn deze sectoren goed voor gemiddeld 60% van het aantal leveringen en afgelegde voertuigkilometers in steden.

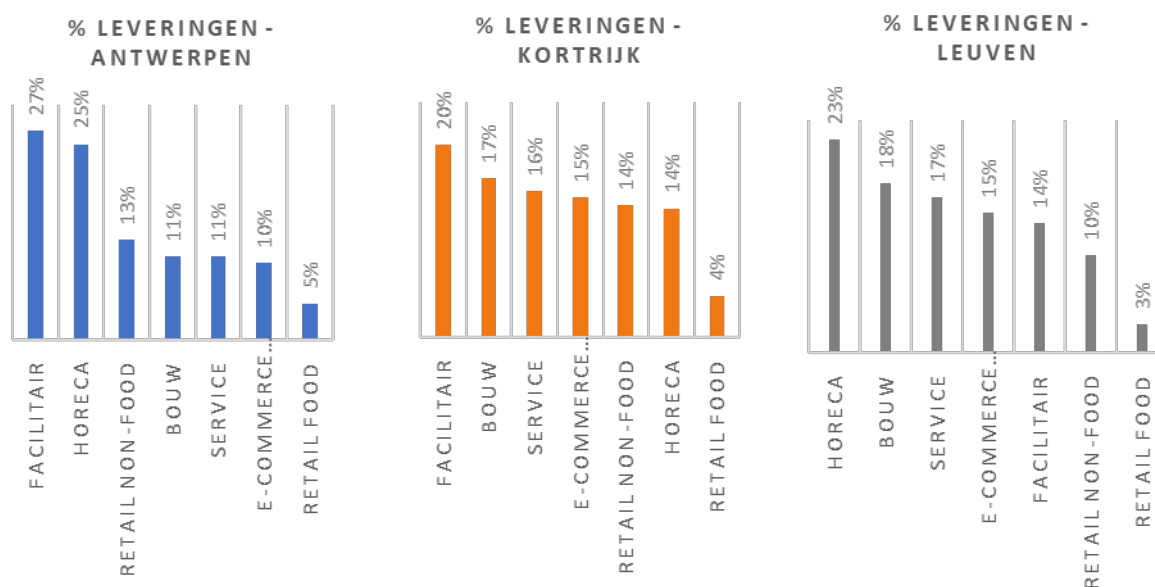
De **oppervlakte van de stad is geen goede parameter** voor het bepalen van het aantal leveringen. Zo is de oppervlakte van de stad Antwerpen binnen de Singel kleiner dan de oppervlakte van Kortrijk binnen de R8. Toch is het aantal leveringen in het Antwerpse gebied 2,5 maal hoger dan in Kortrijk.

Ook de **samenstelling van het handelsapparaat** speelt een rol. De stad Kortrijk heeft een (verkeersvrij) winkelgebied in het centrum en het shoppingcenter K in Kortrijk binnen de R8. Bijna 70% van het totaal aantal winkels en horecazaken in groot Kortrijk valt daarmee in de categorie "retail non-food". De stad Leuven, gekend voor haar "langste toog ter wereld" heeft net zoals de stad Antwerpen eerder een hoog aandeel horecazaken, namelijk 32% (versus 17% in Kortrijk).

Tabel 15: Detaillering handelsapparaat in de onderzoeksteden: aantal handels- en horecazaken en het aandeel ten opzichte van het volledige handelsapparaat per stad.

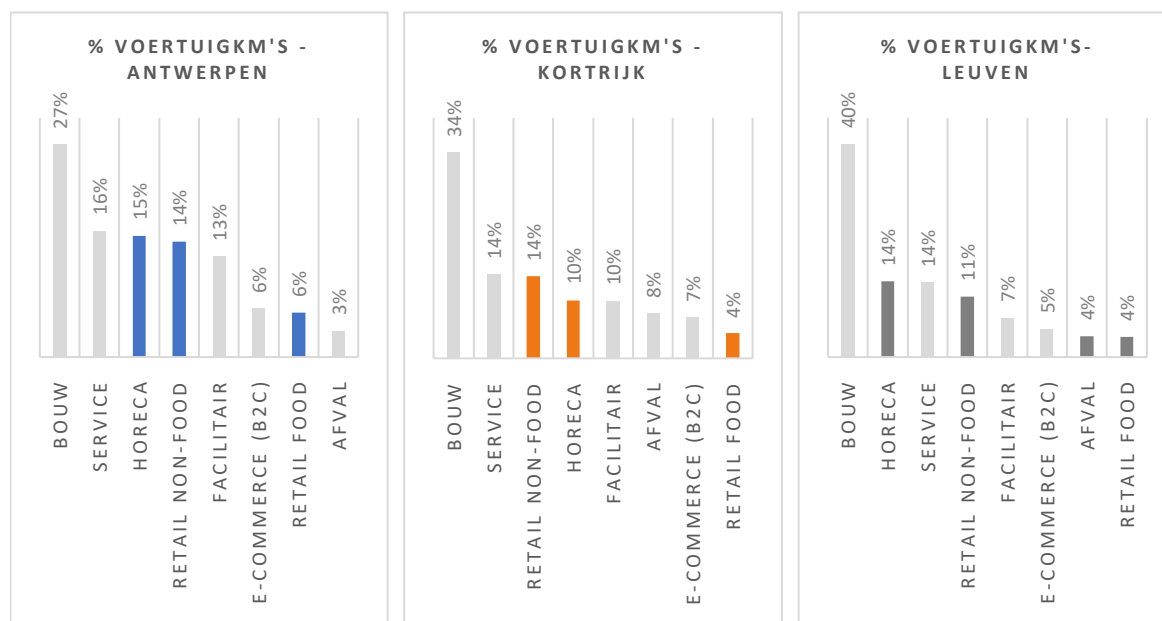
Onderzoekstad	# Retail food	% Retail food	# Retail non-food	% Retail non-food	# Horeca	% Horeca
Antwerpen (R10)	798	16%	2 811	55%	1 502	29%
Leuven (R23)	125	13%	550	55%	324	32%
Kortrijk (R8)	201	15%	885	67%	230	17%

Dit verschil is ook merkbaar in het aantal leveringen voor horecazaken in de steden Leuven en Antwerpen. Figuur 18 toont dat in Leuven het procentueel aandeel van leveringen het hoogst is voor horeca met 23%. In Kortrijk is dit aandeel 14%. Antwerpen heeft een vergelijkbaar aandeel horeca-leveringen als Leuven (25%).



Figuur 18: Aandeel leveringen per sector in de verschillende onderzoeksteden

Dit vertaalt zich ook naar het aandeel voertuigkilometers uitgevoerd voor horeca in de verschillende steden (zie Figuur 19). Het groter aandeel van winkels in Kortrijk ten opzichte van Antwerpen is niet zichtbaar in deze grafieken. Dit heeft te maken met de grote concentratie van deze winkels in zowel het voetgangersgebied binnen de R36 als de concentratie aan winkels het shoppingcentrum.

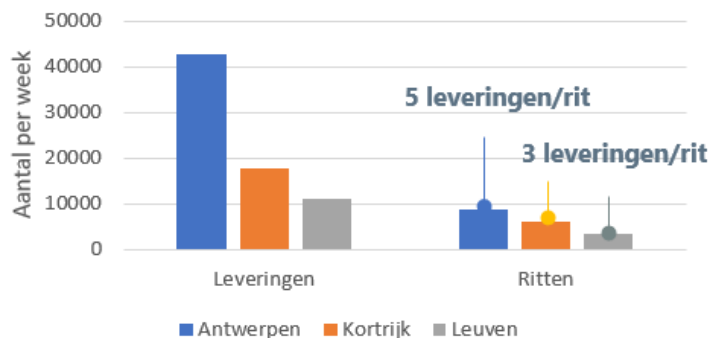


Figuur 19 : Aandeel voertuigkilometers afgelegd door logistieke voertuigen voor verschillende sectoren in de drie onderzoeksteden

Het aantal ondernemingen en (semi-)publieke instellingen (stadskantoren, ziekenhuizen, woonzorgcentra, onderwijsinstellingen,...) bepaalt het aantal leveringen voor facilitaire leveringen, goed voor 5 à 10 % van het aantal afgelegde voertuigkilometers in steden. In deze studie werd enkel rekening gehouden met ziekenhuizen als publieke instelling.

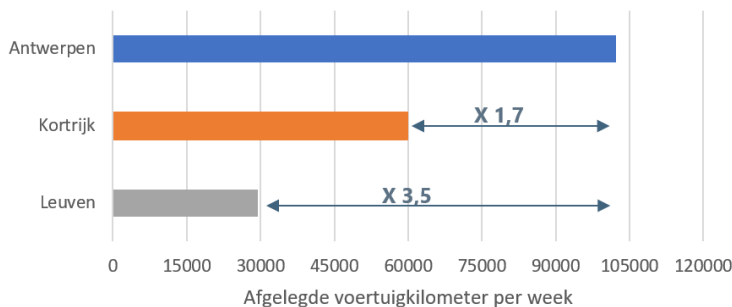
Terwijl de stad Antwerpen 8 verschillende ziekenhuizen telt (van verschillende omvang), telt de stad Leuven slechts 1 regionaal ziekenhuis binnen de Ring. De ziekenhuissite Gasthuisberg bevindt zich buiten de Ring en tevens buiten het studiegebied. Ook het regionaal ziekenhuis van Kortrijk bevindt zich buiten de R8. In Antwerpen stellen we dan ook relatief veel meer facilitaire leveringen (bijna 30% van alle leveringen) vast dan in de andere steden (minder dan 15% van alle leveringen). Aangezien de meeste ziekenhuizen in Antwerpen deel uitmaken van een ziekenhuisnetwerk, kunnen de leveringen wel geoptimaliseerd worden binnen de stad. Dit leidt tot efficiëntere ritten en een minder groot aandeel aan afgelegde kilometers (facilitaire vrachtwagenkilometers tellen voor 13% van de totale afgelegde afstand door logistieke voertuigen in Antwerpen, zie Figuur 19).

Deze optimalisatie geldt niet enkel voor facilitaire leveringen. Er wordt hierbij geen rekening gehouden met congestie. Het veel groter aantal leveringen in de stad Antwerpen vertaalt zich niet in een evenredig aantal ritten. Eén rit kan namelijk instaan voor verschillende leveringen en hoe groter de dichtheid aan bestemmingen in een stad, hoe efficiënter deze ritten kunnen uitgevoerd worden. Een leverancier kan dan veel leveringen binnen dezelfde stad en dus per rit gaan bundelen. Door de schaalvoordelen van de stad Antwerpen staat een gemiddelde rit in voor bijna 5 leveringen, terwijl in Leuven en Kortrijk één rit gemiddeld overeenkomt met slechts 3 leveringen. Ook in eerder onderzoek in Brussel ziet men een dominantie van ritten met meerdere leveringen in de stad (Strale et al., 2015).



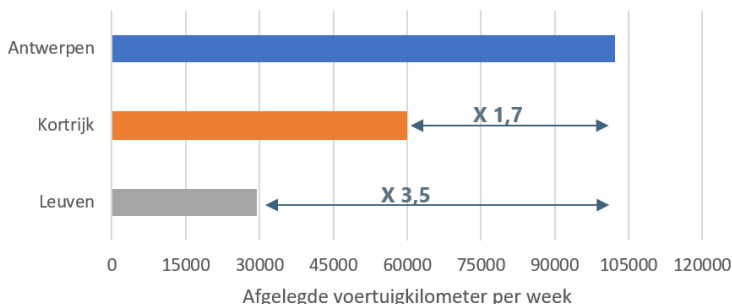
Figuur 20: Wekelijks aantal leveringen en ritten door logistieke voertuigen in de drie onderzoeksteden (bron DPCL)

Naast de aanwezigheid en samenstelling van het handelsapparaat, heeft ook de ruimtelijke concentratie van het handelsapparaat een bepalend functie voor de afgelegde afstand door



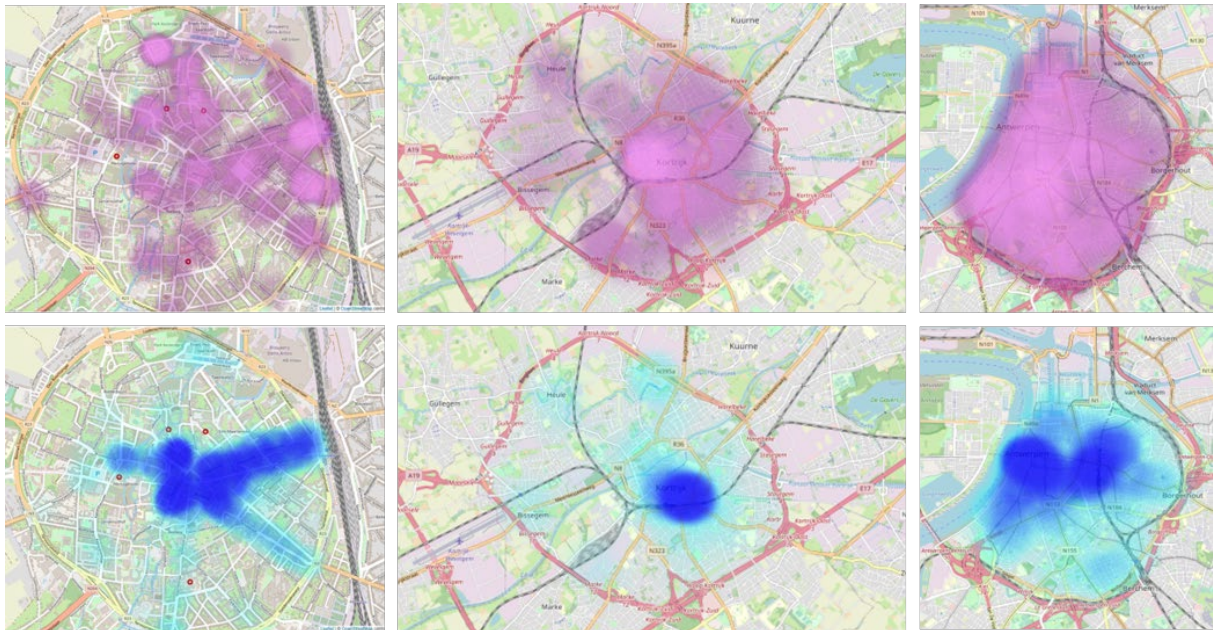
logistieke voertuigen.

Figuur 21 toont de wekelijks afgelegde afstand door logistieke voertuigen in de drie onderzoeksteden. Het aantal afgelegde kilometers is in de stad Antwerpen 3,5 keer groter dan in Leuven en bijna 2 keer groter dan in Kortrijk.



Figuur 21: Wekelijks afgelegde afstand (in voertuigkilometer) door logistieke voertuigen in de drie onderzoeksteden

Dit is niet enkel te wijten aan de stedelijke oppervlakte aangezien het onderzoeksgebied in Antwerpen en Kortrijk een vergelijkbare oppervlakte hebben. De grote spreiding van de winkels, horecazaken en ondernemingen binnen de Singel in Antwerpen zorgen voor relatief langere afstanden. Ondanks de grote oppervlakte binnen de R8 in Kortrijk, liggen veel bestemmingen zoals horeca en retail eerder geconcentreerd binnen het zeer kleine centrum binnen de R36 (zie Figuur 22). Ook in de stad Leuven is er een zeer duidelijke concentratie langs een aantal winkelstraten. Deze geconcentreerde bestemmingen leiden tot minder afgelegde kilometers. Voor de concentratie aan kantoren ziet men een gelijkaardig, maar minder uitgesproken beeld voor de verschillende onderzoeksteden.



Figuur 22: Heatmap van ruimtelijke spreiding van kantoren (paars bovenste rij) en retail en horeca (blauwe onderste rij) voor de onderzoeksteden Leuven (links), Kortrijk (midden) en Antwerpen (rechts) (bron DPCL)

De analyses en bevragingen die respectievelijk uitgevoerd zijn voor en door het DPCL model laten niet toe om het aantal ingezette individuele voertuigen te berekenen. Ook andere databronnen zijn hiervoor ontoereikend. Verkeerstellingen capteren niet het volledige beeld en laten niet toe om individuele voertuigen te identificeren. De gegevens die verzameld worden voor de kilometerheffing zijn niet beschikbaar (gesteld) en ontbreken gegevens voor bestelwagens. Inschrijvingen van voertuigen worden niet meer op gemeente/stadsniveau gecommuniceerd en zeggen niets over waar het voertuig ingezet wordt.

Om toch een inschatting te kunnen maken van het aantal nodige voertuigen, wordt bijgevolg vertrokken van het aantal ritten (per sector en voertuigtype) die voor de verschillende onderzoeksteden door het DPCL model berekend werden. DPCL rekent op weekbasis. Om tot een aantal voertuigen te komen werd daarom de verhouding van het aantal ritten en aantal voertuigen genomen die gekend is voor de stedelijke diensten. Bijgevolg zijn onderstaande resultaten, zoals weergegeven in Tabel 16 indicatief. Als toetsing werden ze naast het aantal inschrijvingen van 'goederen voertuigen' en 'trekkers' gelegd voor de drie onderzoeksteden in het jaar 2012, toen deze gegevens nog beschikbaar gesteld werden. Voor Antwerpen is het totaal aantal individuele voertuigen die voor de stedelijke distributie ingezet worden volgens bovenstaande analyse gelijk aan 11 897. Het aantal ingeschreven goederenvoertuigen in Antwerpen in 2012 bedroeg 22 961, ofwel bijna het dubbele. De aanwezigheid van de haven en bijhorende supra-stedelijke logistieke activiteit kan hiervoor een verklarende factor zijn. In Kortrijk bedraagt het aantal individuele voertuigen voor stedelijke distributie volgens de analyse 5 456, wat nagenoeg overeenkomt met het aantal ingeschreven goederenvoertuigen in de stad in 2012, zijnde 5 964. In Leuven, tot slot, wordt het aantal individuele voertuigen ingeschat op 4 773, wat minder dan het aantal ingeschreven voertuigen in 2012. Dat waren er 6 151.

Tabel 16: Aantal voertuigen voor stedelijke distributie per sector en onderzoekstad.

Stad	Sector	BW	LV	LVC	ZW	ZWC	TO	AV	SW
Antwerpen	Retail Food	26	138	31	258	2	332	0	0
	Retail Non-Food	671	278	0	298	0	383	0	0
	Horeca	79	471	142	272	37	138	0	0
	Service	0	0	0	0	0	0	0	1 087
	Afvalophaling	0	0	0	0	0	0	120	0
	Verhuis	211	79	0	66	0	0	0	0
	Bouw	0	378	0	674	0	793	0	4 226
	E-Commerce	218	0	0	0	0	0	0	0
	Facilitaire Leveringen	97	48	0	56	0	59	0	228
Totaal	1 302	1 393	173	1 624	39	1 705	120	5 541	
Kortrijk	Retail Food	15	49	18	109	1	136	0	0
	Retail Non-Food	326	111	0	123	0	266	0	0
	Horeca	35	132	109	125	1	107	0	0
	Service	0	0	0	0	0	0	0	484
	Afvalophaling	0	0	0	0	0	0	73	0
	Verhuis	85	34	0	30	0	0	0	0
	Bouw	0	483	0	263	0	148	0	1 801
	E-Commerce	138	0	0	0	0	0	0	0
	Facilitaire Leveringen	32	39	0	73	0	42	0	69
Totaal	630	847	127	724	2	699	73	2 354	
Leuven	Retail Food	9	27	13	62	0	84	0	0
	Retail Non-Food	225	82	0	78	0	178	0	0
	Horeca	62	189	133	150	0	124	0	0
	Service	0	0	0	0	0	0	0	436
	Afvalophaling	0	0	0	0	0	0	68	0
	Verhuis	84	33	0	29	0	0	0	0
	Bouw	0	208	0	272	0	233	0	1 653
	E-Commerce	133	0	0	0	0	0	0	0
	Facilitaire Leveringen	29	37	0	45	0	53	0	40
Totaal	544	576	146	636	0	673	68	2 130	
Totaal	2 476	2 816	446	2 984	41	3 077	261	10 025	

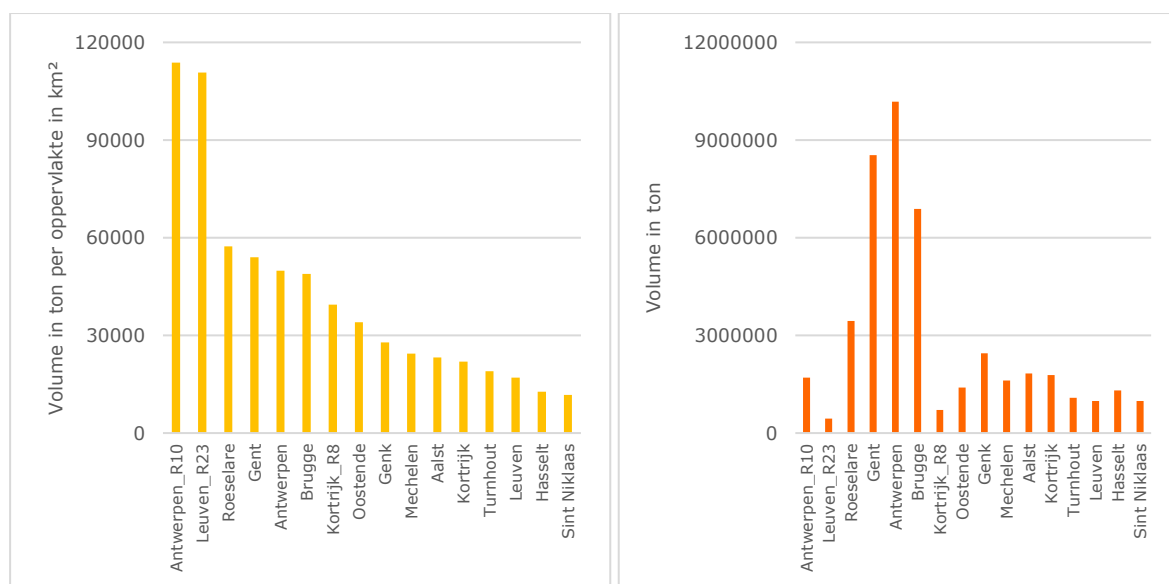
*BW: bestelwagens, LV: lichte vrachtwagen, LVC: lichte vrachtwagen geconditioneerd, ZW: zware vrachtwagen, ZWC: zware vrachtwagen geconditioneerd, TO: trekker-oplegger, AV: afvalwagen en SW: servicewagen (= bestelwagens voor diensten)

3.4 Verhouding onderzoeksgebieden en Vlaamse centrumsteden

Vlaanderen kent dertien centrumsteden. Een invoering van emissievrije distributie in Vlaanderen beoogt een zo ruim mogelijke toepassingsgebied. De gepresenteerde resultaten van de drie onderzoeksteden dienen bijgevolg gekoppeld te worden aan de praktijk in elk van de centrumsteden. Om deze koppeling toe te laten, wordt in onderstaande paragrafen weergegeven hoe de onderzoeksgebieden zich verhouden tot de centrumsteden.

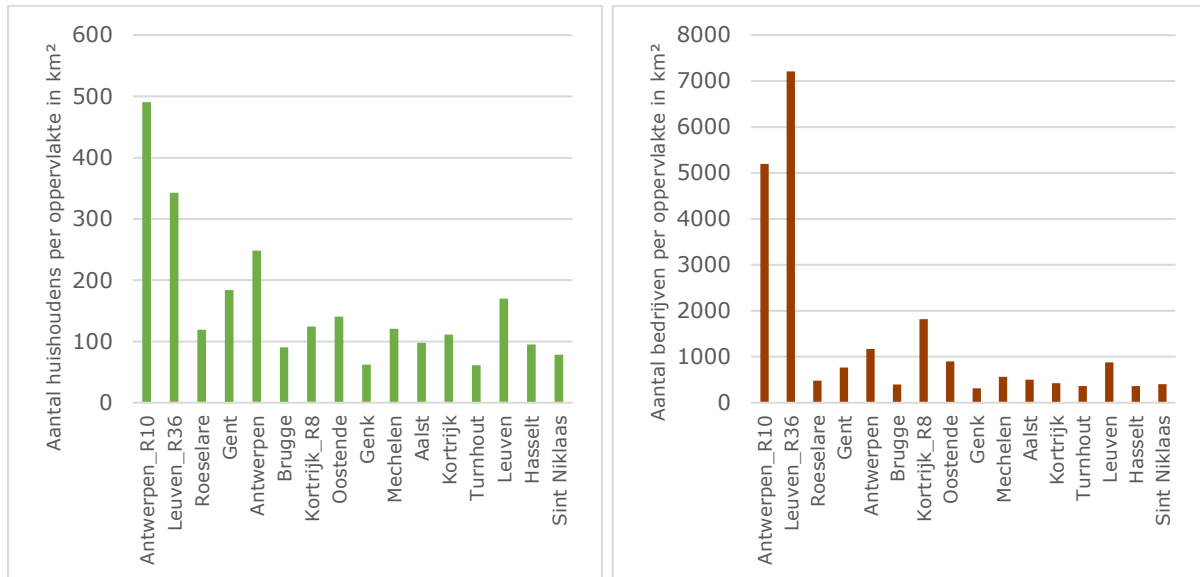
Voor de onderzoeksgebieden is het aantal leveringen berekend aan de hand van DPCL. Voor het hele grondgebied van Antwerpen, Kortrijk en Leuven, alsook voor de andere centrumsteden, is het aantal leveringen niet gekend. Bijgevolg wordt er beroep gedaan op de best voorhanden databank. Dit is een dataset van de FOD Mobiliteit, waarbij op basis van een wekelijkse bevraging van een steekproef van de voertuigen met een maximaal toegelaten massa hoger dan één ton, een indicatie gegeven

wordt van de hoeveelheid goederen (in ton) die in België getransporteerd wordt. Op heden is dat tussen arrondissementen, waardoor de dataset weinig bruikbaar is. Tot en met 2014 werden de data op gemeenteniveau verzameld. Daarom werd deze oudere dataset gebruikt als indicator van het volume dat de centrumsteden inkomt. De dataset van 2014 laat toe om het onderscheid te maken naar type laadeenheid (pallet, vaste bulk, container, etc.). Er zijn goederenstromen die bestemd zijn voor de havengebieden en intermodale terminals die binnen het grondgebied van de centrumsteden liggen. Deze stromen vallen niet onder de noemer stedelijke distributie, maar zitten wel vevat in de dataset. Om dit (deels) op te vangen, werden de gecontaineriseerde goederenvolumes uit de dataset gehaald. Ondanks dat steden met een zeehaven (Brugge, Gent en Antwerpen) significant hogere goederenvolumes weergeven dan de andere centrumsteden in absolute waarden (Figuur 23 rechts), ziet men dat indien het volume genormeerd wordt met de oppervlakte, dat de stadscentra (onderzoeksgebieden van Antwerpen en Leuven) hogere cijfers voorleggen. Roeselare scoort inzake volume per oppervlakte het hoogste.



Figuur 23: Inkomend volume per centrumstad excl. gecontaineriseerde goederen; links volume per opp. / rechts volume (FOD Economie, 2014).

De onderliggende drijfveren voor goederenvolume zijn aantal huishoudens en aantal bedrijven. Op basis van gegevens van STATBEL en de analyse met DPCL is het mogelijk om ook hier de centrumsteden met de onderzoeksgebieden te vergelijken. De concentratie huishoudens per oppervlakte en bedrijven per oppervlakte is relatief hoger in de onderzoeksteden dan in de centrumsteden. Dit is logisch gezien de onderzoeksgebieden uitsluitend het stadscentrum bevatten. De relatie is niet 1 op 1 vast te stellen. Zo zou op basis van deze analyse er in Leuven, Oostende en Mechelen een hoger volume per oppervlakte verwacht worden. Terwijl er in Roeselare een kleiner volume verwacht kan worden. Een waarschijnlijke verklaring is het verschil in sector samenstelling tussen de centrumsteden. Deze kan vastgesteld worden in de gegevens van de FOD Economie. De aanwezigheid van bepaalde industriële en logistieke activiteit in bepaalde centrumsteden heeft bijgevolg een significante impact. Men kan echter stellen dat de industriële en logistieke activiteit die zich aan de rand van de stad bevindt, niet binnen de scope valt van de stedelijke distributie, of op zijn minst niet als prioriteit.



Figuur 24: Aantal huishoudens (links) en aantal bedrijven (rechts) per opp. per centrumstad (FOD Economie, 2014).

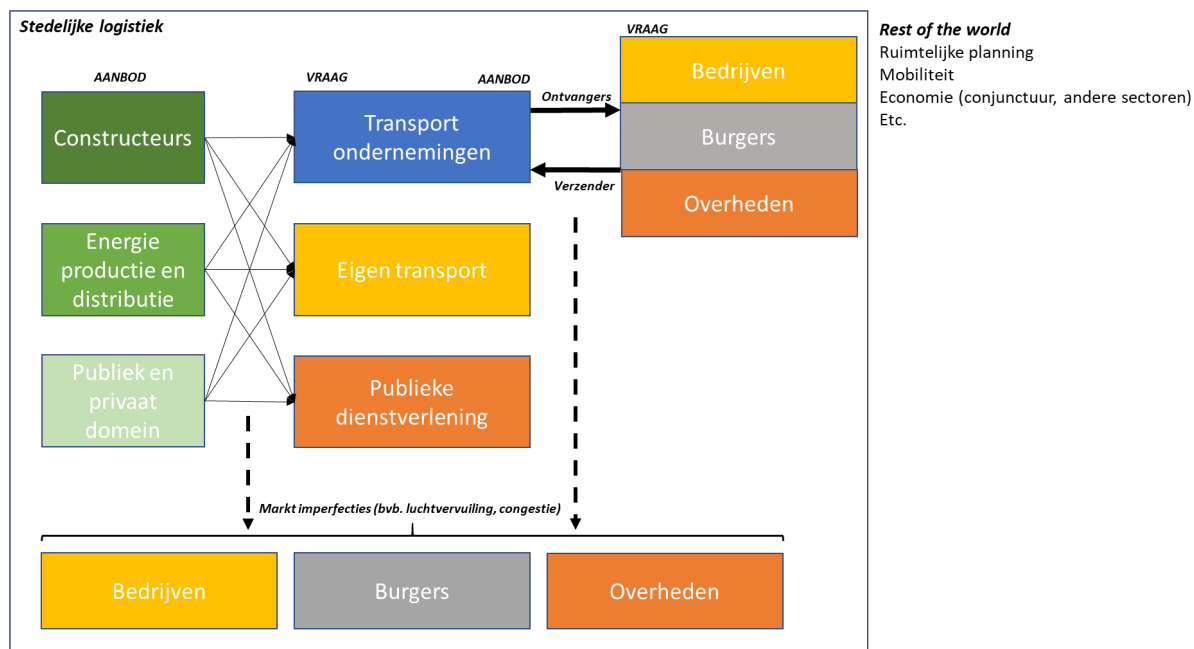
4 Emissievrije stedelijke distributie

Om de transitie naar emissievrije stedelijke distributie te realiseren en te versnellen, dient er ingezet te worden op die elementen die de transitie(snelheid) bepalen. Deze elementen of benodigdheden voor een emissievrije stedelijke distributie zijn: (1) de stakeholder betrokkenheid, (2) de emissievrije voertuigen en (3) de laadinfrastructuur. Zonder deze benodigdheden is er geen emissievrije stedelijke distributie mogelijk. Daarenboven zijn er maatregelen en optimalisatiemogelijkheden die de transitie kunnen versnellen en vergemakkelijken.

4.1 Stakeholder betrokkenheid

Het betrekken van de verschillende stakeholders in het uitdenken, opzetten en uitvoeren van een emissievrije stedelijke logistiek is een vereiste. Zonder dit proces met de stakeholders zal de implementatie van de emissievrije stedelijke distributie falen. Elk van de stakeholders heeft een deel van de oplossing in handen. Hun aandeel in de oplossing en hun onderlinge stakeholder relaties worden weergegeven in Figuur 25.

De logistieke organisatie omvat de activiteiten van de logistieke dienstverleners en eigen transport. De voertuigvloot wordt aangekocht en gebruikt door de actoren die het transport uitvoeren. Het beleid en de handhaving ligt bij de overheid, verdeeld onder verschillende bevoegdheden en beleidsniveaus. De verschillende stakeholders worden in onderstaande figuur 25 gestructureerd.



Figuur 253: Stakeholder structuur

De linkerzijde van de figuur 25 geeft de aanbod zijde weer die nodig is om transport activiteiten te realiseren, zijnde: (emissievrije) voertuigen via de constructeurs, laad-, tank- en energie-infrastructuur via de energieproducenten en -distributeurs en tot slot de transport infrastructuur onder beheer van private en publieke stakeholders. Aan de rechterzijde van de figuur 25 bevinden zich de stakeholders die instaan om voor de transportvraag, zijnde de verzenders en ontvangers. Deze zijn voornamelijk bedrijven, maar ook burgers (denk aan e-commerce) en overheden vertegenwoordigen verzendingen en ontvangsten van goederen. In de middelste gedeelte van de structuur staan de stakeholders die instaan voor de transport beweging zelf. Enerzijds zijn dat transport ondernemingen die het transport van derden organiseren. Daarnaast is er het zogeheten 'eigen transport' van goederen. Dit staat in voor ongeveer een vierde van de getransporteerde goederenvolumes (Mommens, 2019). Tenslotte is er ook de publieke dienstverlening, zoals afvalophaling. Zowel bij de productie en distributie, als tijdens de transport activiteiten worden

externe kosten gegenereerd. Het niet meenemen van deze kosten in de prijs zorgt voor marktimperfecties in het transport systeem en bijhorende overlast. Dit zorgt voor reacties bij burgers, overheden en bedrijven. Zoals bovenstaande figuur 25 duidelijk maakt, kan eenzelfde stakeholder verschillende rollen hebben binnen de stedelijke logistiek. De lokale overheid kan bijvoorbeeld zowel een beheerder zijn van delen van de transport infrastructuur, als generator van transport stromen, alsook een beleidsvoerder voor de verhoging/waarborging van de stedelijke leefbaarheid.

Het succes van de implementatie van de emissievrije stedelijke distributie is sterk afhankelijk van het draagvlak en de steun van de verschillende stakeholders (Dablanc, 2011). Er zijn in het laatste decennium verschillende methodes ontwikkeld die stakeholders betrekken in beleidskeuzes binnen het domein van de stedelijke logistiek. De Multi-Actor Multi-Criteria Analyse (Macharis et al., 2012) bevordert het betrekken en creëren van draagvlak in de logistieke sector door stakeholder specifieke criteria en belangen mee te nemen in het beslissingsproces. Er zijn ook andere methodes zoals het Living Lab concept, dat via de pilootprojecten ook deel zal uitmaken van het emissievrij stedelijk distributie traject in Vlaanderen (Quak et al., 2008).

De klassieke vorm van stakeholder betrokkenheid is via daarvoor ontworpen platformen waar publieke en private actoren samengebracht worden (Quak et al., 2008). Daar worden problemen, uitdagingen en oplossingen binnen de logistiek besproken en worden beslissingen in consensus genomen. In Vlaanderen vervult de MORA (Mobiliteitsraad binnen de SERV) een dergelijke rol. In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is er de Gewestelijke Mobiliteitscommissie, afdeling Goederenvervoer. Ook in andere landen zijn er dergelijke platformen op nationaal niveau, zoals het Platform Stedelijke Distributie in Nederland, Forum for city logistics in Denemarken en de Groupement des autorités responsable de transport in Frankrijk.

Eén van de resultaten uit deze platformen is de opmaak van charters, waarbij de beslissingen worden vastgelegd die binnen het platform genomen worden. Charters zijn een tastbaar resultaat van stakeholder betrokkenheid. Een voorbeeld is het Charter of good practice for transport and goods deliveries in Parijs (Marie de Paris, 2006). Dit charter heeft ondertussen updates gekend en wordt op regelmatige basis door de verschillende stakeholders bediscussieerd. Andere charters zijn zeer specifiek, zoals het CERTIBRUIT (2015) dat leveringen tijdens dal- en nachturen behandelt. Via het betrekken van de verschillende stakeholders werden er maatregelen aan dergelijke leveringen gekoppeld zodoende dat hun implementatie een succes vormde. Binnen dit project dient de kaderovereenkomst als een dergelijk resultaat opgevat te worden. In Vlaamse steden worden stakeholders niet consequent meegenomen in het beleid rond stedelijke logistiek. Er zijn wel lokale, op zichzelf staande initiatieven waarbij verschillende stakeholders worden samengebracht om de stedelijke logistiek efficiënter en duurzamer te laten verlopen. Zoals in Gent is er GentLevert en Slim naar Antwerpen in Antwerpen. De Stad Mechelen gaat erin hierin het verste met een convenant voor stedelijke distributie. Daarnaast is er in Vlaanderen en Brussel een Green Deal stedelijke logistiek waarin stakeholders samenzitten en zich (vrijblijvend) engageren om hun stedelijke logistiek te vergroenen.

Een andere tastbare uitkomst van stakeholder betrokkenheid is de ontwikkeling van strategische goederenvervoersplannen. Het Brussels Hoofdstedelijk Gewest vormt hiervoor een goed voorbeeld. Gedragen en aanvaardbare prioriteiten en maatregelen konden via de organisatie van meetings en workshops met de industrie en transportsector gevonden worden.

Hieronder worden de verschillende stakeholdergroepen alsook hun deel in de transitie beschreven.

4.1.1 Verzenders en ontvangers

Verzenders bevinden zich in het begin van de transport keten. Niet zelden zijn deze gelegen aan de rand van de stad of buiten de steden. Hoewel verzenders zowel particulieren, overheden en bedrijven kunnen zijn, vormen de private industrie en diensten veruit de voornaamste bron van goederenstromen. Voor de verzenders kunnen er in de onderzoeksteden bepaalde uitgesproken of belangrijke verzenders aanwezig zijn. Een voorbeeld hiervan is bijvoorbeeld AB Inbev in Leuven.

De ontvangers vormen het eindpunt van de logistieke keten. Zij genereren een transport vraag door noden die zij hebben. Ontvangers kunnen zowel particulieren als de private en publieke sector zijn.

4.1.2 Logistieke dienstverleners

Deze stakeholder groep vertegenwoordigt de ondernemingen die instaan voor het transport van goederen voor derden. Zij staan in voor ongeveer 75% van de goederenstromen. Dit wordt third party logistics (3PL) genoemd. Transportondernemingen vervoeren meestal voor meerdere partijen en proberen zo goederen te bundelen of lege ritten te vermijden. In bepaalde gevallen gaat de opdracht ook verder en gaat het om het volledige beheer van de goederenstromen van een verzender. Dit wordt fourth party logistics (4PL) genoemd. Vaak heeft de 4PL onderneming geen eigen vloot of distributiecentra, maar besteedt hij/zij deze uit aan 3PL organisaties. Goederenstromen lopen daarom niet simpelweg van oorsprong naar bestemming volgens het kortste of snelste pad.

4.1.3 Burgers

Vanuit het civiele landschap ziet men dat burgers meer geïnformeerd zijn en een groeiende bezorgdheid uiten inzake de klimaatverandering en de stedelijke leefbaarheid. Dit vertaalt zich in de vorming oprichting van burgerbewegingen. Transport is een onderwerp waar deze trend zeer zichtbaar is, denk aan Café Filtré in Brussel en Stratengeneraal in Antwerpen.

4.1.4 Producenten, leveranciers en distributeurs van voertuigen, laad-, tank- en energie-infrastructuur en de transport infrastructuur

Deze stakeholders bevinden zich aan de aanbodzijde die nodig is om transportactiviteiten te realiseren, zijnde: (emissievrije) voertuigen via de constructeurs, laad-, tank- en energie-infrastructuur via de energieproducenten en distributeurs en tot slot de transportinfrastructuur onder beheer van private en publieke stakeholders.

4.1.5 Overheid

Hoewel stedelijke distributie per definitie in steden plaats vindt, is de materie wel onderhevig aan maatregelen van verschillende beleidsniveaus. In België is er het federale niveau – waar onder andere bevoegdheden rond e-commerce zich bevinden. Daarnaast is er het regionale niveau met het Departement MOW en de Vlaamse Milieu Maatschappij die onder meer instaan voor het beleid rond stedelijke logistiek, het instellen van een kilometerheffing en het stellen van lucht- en klimaatdoelstellingen voor de transportsector in het bijzonder. Op Vlaams niveau wordt er ook met vijftien vervoerregio's gewerkt waarbinnen lokale besturen mee aan het stuur zitten om de mobiliteitsuitdagingen in de omgeving aan te pakken. Lokaal zijn er dan de steden en gemeenten die onder meer lokale, invloedrijke maatregelen kunnen nemen zoals het invoeren van levervensters. Zij staan ook vaak in voor de handhaving.

Lokale overheden kunnen fungeren als katalysator voor innovatie. Zij kunnen de transitie naar emissievrije stedelijke distributie versnellen. Tijdens de interviews die werden afgenomen voor dit onderzoek, werd duidelijk dat logistieke dienstverleners en transporteurs actief bezig zijn met het onderzoeken wat de impact is van het inzetten van alternatieven gericht op verschuiven en verschonen op hun processen en business case. Steden die investeren in innovatie, bijvoorbeeld door projecten te co-financieren of inhoudelijk te ondersteunen, trekken pilootprojecten op dit thema aan. Pioniers zijn ook meer geneigd om zich te vestigen nabij steden die investeren in innovatie. Zo geeft DHL expliciet aan dat de samenwerking met *Slim naar Antwerpen* en het vernieuwde circulatieplan van stad Gent in 2017 hen overtuigde om de cubicycles ook in Vlaanderen te implementeren. Ondertussen zet het bedrijf de fietsen ook in andere Vlaamse steden in.

Opmerkelijk is de aanwezigheid van Europese middelen in de transitie naar emissievrije stedelijke distributie. Zo goed als alle innovatieprojecten in Leuven en Antwerpen op dit thema waren onderdeel van Europese projecten (WijLeveren in Leuven via EFRO-dossier, Slim naar Antwerpen via Civitas

Portis, EcoZone Mechelen via Surflogh en ULAADS, FlexCURB in Leuven via EIT Urban Mobility,...). Europese beleidsmiddelen vormen dus evenzeer een katalysator voor innovatie.

4.2 Voertuigvloot

Om goederen op locatie te krijgen zijn emissievrije voertuigen nodig. Het is bijgevolg nodig om een overzicht te hebben van de emissievrije voertuigen die op het moment van schrijven beschikbaar zijn, evenals de verwachte evoluties van de emissievrije voertuigen. De nadruk ligt hierbij uitsluitend op batterij elektrische voertuigen (refererend naar Sectie 1.1). Voor bestelwagens zijn er reeds verschillende batterij elektrische modellen op de markt en ook voor het segment zware vrachtwagens neemt het aantal modellen toe. De eerste toepassingen zijn voor dit segment veelal gericht op nichetoe toepassingen zoals vuilniswagens, betonmixers, etc. Maar alle grote vrachtwagenproducenten (Volvo, Scania, DAF) en Tesla zetten in op de productie van elektrisch aangedreven zware voertuigen. Tegen 2030 verwachten ze dat 50 tot 70% van de nieuwe vrachtwagens die ze produceren elektrisch zal zijn.

Vanuit beleid wordt de transitie naar elektrisch aangedreven vrachtwagens onder andere ondersteund door:

- De emissiestandaarden voor nieuw geproduceerde vrachtwagens
- De Ecologiepremie+ via VLAIO voor ondernemingen die investeren in elektrisch aangedreven vrachtwagens. In buurlanden zoals Duitsland bestaan soortgelijke maatregelen.
- Vlaamse subsidies voor de aanleg van semipublieke laadpunten voor vrachtwagens.
- Vrijstelling op de verkeersbelasting voor emissievrije (elektrisch en waterstof aangedreven) vrachtvoertuigen.

Voor alle bestelwagen segmenten evolueert de total-cost-of-ownership op korte termijn (tegen 2026) naar een kostenpariteit tussen elektrisch aangedreven bestelwagens en hun equivalent conventioneel diesel voertuig. Wel dient opgemerkt te worden dat vanuit beleid er weinig incentives zijn voor de omschakeling van deze voertuigen te versnellen (Lebeau et al., 2019). Voor het elektrificeren van vrachtwagens zijn er nog een aantal uitdagingen:

1. Batterij elektrische vrachtwagens zijn zwaarder van conventionele diesel vrachtwagens. Momenteel wegen vrachtwagenbatterijen nog 4 tot 6 ton. Tegen 2027 wordt er gemikt op vrachtwagenbatterijen van 2 ton en minder. Europa heeft alvast beslist dat elektrisch aangedreven vrachtwagens 2 ton meer mogen wegen dan dieselvrachtwagens. Dit is in Vlaanderen reeds het geval voor 40 ton MTM voertuigen en vanaf 2024 voor alle tonnages. De uitrol van ERS kan eveneens tegemoetkomen aan deze uitdaging.
2. De aanwezigheid van voldoende en performante laadinfrastructuur is een vereiste voor de groei van de markt voor elektrische vrachtwagens. Er is hierbij zowel nood aan laadinfrastructuur aan de distributiecentra en warehouses van de logistieke sector, alsook nood aan (semi-) publieke laadinfrastructuur. Bestelwagens kunnen aanvullend gebruik maken van het netwerk waar ook personenwagens gebruik van maken. De uitbouw van de laadinfrastructuur vereist smart grid ontwikkeling en de ontwikkeling van mega chargers, zodoende dat de tijd die nodig is om de batterijen op te laden een commerciële inzet van het voertuig toelaten.
3. Elektrische vrachtwagens hebben momenteel een negatieve total-cost-of-ownership ten opzichte van conventionele diesel vrachtwagens. De TCO verschuift echter met de tijd richting een voorkeur voor elektrische vrachtwagens. Het verschil is reeds klein, waardoor ondersteunend beleid op moment van schrijven al een verschil kan maken. Binnen het VIL project Logibat werd een TCO tool ontwikkeld die logistieke dienstverleners, ngo's en overheden toelaat om voor de eerder vermelde zes toepassingen een TCO vergelijking te maken tussen elektrisch en diesel aangedreven vrachtwagens (vanaf 16 ton). Stedelijke distributie is één van die toepassingen. De TCO analyse die in deze studie gebeurde is afgestemd geweest met de ontwikkeling en assumpties die genomen werden in het Logibat project.







Via een marktonderzoek werd een overzicht opgemaakt van de momenteel beschikbare emissievrije voertuigmodellen voor de stedelijke distributie. Er wordt hierbij rekening gehouden met toepassingen in verschillende sectoren (afval, bouw, horeca, ...) en verschillende voertuigsegmenten (startend van cargobikes tot N1, N2 en N3 voertuigen). De gegevens werden verzameld uit beschikbare publieke bronnen, bij de consortiumpartners en via gesprekken met geselecteerde bedrijven. De bedrijven bestonden enerzijds uit de vrachtwagenconstructeurs (zowel traditionele als een nieuwkomer die zich alleen op emissievrije logistiek richt). Anderzijds werden bedrijven uit de sectoren (zie Sectie 1.1) aangesproken om missende informatie waar mogelijk aan te vullen. De gepresenteerde resultaten zijn via contacten met- en tijdens een werkvergadering met vertegenwoordigers van de verschillende sectoren en voertuigproducenten gevalideerd.

Daarnaast is voor elke voertuigcategorie een vooruitblik gegeven op basis van de beschikbare informatie over:

- verwachte technologische ontwikkelingen (bv. omvang van de batterij, relevantie van bepaalde technologieën, ...)
- het aanbod van modellen/merken per categorie, met inbegrip van informatie over nieuwe spelers

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de belangrijkste kenmerken van de huidige batterij elektrische modellen voor de verschillende voertuigtypes. Aanvullend wordt er per type één voorbeeld weergegeven.

Tabel 16: Kenmerken van huidige batterij elektrische modellen voor de verschillende voertuigtypes

Type	Cargobike	Vierwieler (L7e)	Kleine bestelwagen	Medium bestelwagen	Grote bestelwagen	Extra grote bestelwagen
Voorbeeld						
MTM (voor vrachtwagens)						Segment bevat modellen < en > 3.5t
Leeggewicht (kg)	20 - 170	300 - 1 000	1 200 - 1 600	1 600 - 2 100	1 900 - 2 400	2 000 - 4 800*
Laadvermogen (kg)	50 - 350	200 - 750	600 - 800	900 - 1 300	1 000 - 1 500	800 - 3 000*
Laadvolume (m ³)	0,2 - 2,1 (met trailer)	4 - 8	3-4	5-7	8-11	13-16
Lengte voertuig (m)	2,65	4	4,5	5,0-5,5	5,5-6,0	6,0-7,0
Prijsklasse voertuig	3.000 - 13.000€	9.000 - 35.000€	25.000 - 32.000€	28.500 - 50.000€	50.000 - 66.000€	50.000 - 72.000€
Voorbeeld	Cube cargo hybride	Colibus	Citroen e-Berlingo	Citroen e-Jumpy	Citroen e-Jumper	Mercedes e-Sprinter
Bereik (max)	125 km	150 km	100-275 km	230-330 km	200 km	142 km
Vermogen	0,25 kW	15 kW	49 kW	100 kW	96 kW	
Batterijcapaciteit	1 kWh	12,2 - 20,7 kWh	22,5 kWh	45 kWh	37 kWh	47 kWh
Laden AC	3,7 kW	3,7 - 11 (22?) kW	7,4 - 11 kW	7,4 - 11 kW	11 - 22 kW	11 - 22 kW
Laden DC			22 - 100 kW	22 - 100 kW	22 - 100 kW	22 - 100 kW

Toekomstige evolutie/ voorbeelden	Groeisegment in last-mile delivery; introductie van meerdere nieuwe modellen in de komende jaren	Nieuwe modellen en merken; bijv. ElectricBrands (aankondiging en IAA transport); grotere batterij incl. batterij uitbreiding door verwisselbare batterijen.	Introductie van nieuwe modellen (van zowel bestaande als nieuwkomers) + meer flexibele oplossingen; "BEV's zullen evenveel functies en aanpassingsmogelijkheden bieden als hun ICE-tegenhanger" (cfr IAA transportaankondigingen); bv. Renault Trafic (2023), Iveco eDaily (vanaf 2023)
-----------------------------------	--	---	---

Type	Kleine vrachtwagen	Medium vrachtwagen	Grote vrachtwagen	Extra grote vrachtwagen (>= 3 assen)
Voorbeeld				
MTM (voor vrachtwagens)	3,5 - 7,5t	7,5 - 16t	16 - 23t	23 - 44t (of groter onder bepaalde voorwaarden)
Leeggewicht (kg)	2 300 - 5 300	6 000 - 10 000	8 000 - 13 000	11 000 - 36 000
Laadvermogen (kg)				
Laadvolume (m ³)	afhankelijk van de toegepaste configuratie/ specifieke toepassingen			
Lengte voertuig (m)				
Prijsklasse voertuig	60 000 - 200 000€	200 000 - 320 000	310 000 - 450 000	450 000 - 560 000
Voorbeeld	Fuso eCanter	Volvo FL electric	Mercedes eActros	Volvo FM electric
Bereik (max)	70 - 200 km	300 km	300 km	380 km
Vermogen	110 - 129 kW	130 kW	330 kW	490 kW
Batterijcapaciteit	41,3 - 124 kWh	200 - 395 kWh	200 - 450 kWh	450 - 540 kWh
Laden AC	11 - 22kW	22kW		
Laden DC	50 - 104 kW	50 - 150 kW	50 - 350 kW	50 - 350 kW
Toekomstige evolutie/ voorbeelden	Configuratie zoals hier vermeld nog niet beschikbaar (aangekondigt op IAA): Fuso is van plan meer dan 100 modelvarianten van de eCanter aan te bieden voor de internationale markten. Dankzij het PTO-systeem kan de elektrische vrachtwagen ook worden uitgerust met speciale opbouwen zoals een kipper, een kraan achteraan of een bestelwagen met airconditioning.	Introductie van nieuwe modellen, bv. Mercedes-Benz eAtego voor het middelzware segment	Grotere batterijen, bv. eActros LongHaul met een bereik van ongeveer 500 kilometer op één acculading en kan megawatt laden. (2024)	Nieuwe modellen en grotere batterijen, bv. Scania R45 is ontworpen voor regionaal vervoer en kan tot 64 ton vervoeren. De actieradius van de vrachtwagen is ongeveer 350 km en het model zal naar verwachting in de herfst van 2023 beschikbaar zijn. Verdere evolutie's: Megawatt laden, Waterstof (momenteel nog beperkt, bv Hyundai Xcient met 400km autonomie)

Naast het overzicht is er voor elke voertuigcategorie een scorekaart opgesteld met de informatie over het voertuig, waaronder ook gegevens in verband met de behoefte aan oplaadinfrastructuur. De scorekaarten zijn terug te vinden in Annex 2.

Specifieke voertuigen en configuraties zijn niet geanalyseerd. Een bijvoorbeeld zijn de tractoren/categorie T die soms binnen de bouwsector ingezet worden. Verder zijn bepaalde waarden over bijvoorbeeld het verbruik en de verwachte actieradius gemiddelden. Daardoor zijn deze waarden niet representatief voor zeer specifieke toepassingen binnen de stedelijke distributie. Zo hangt bijvoorbeeld het verbruik van een gekoeld transport sterk af van verschillende parameters, zoals de buitentemperatuur, de tijd die nodig is voor het laden en ontladen en de momenten waarop de vrachtwagen het systeem opnieuw moet koelen, etc.

4.3 Infrastructuur

4.3.1 Laadinfrastructuur

Een vereiste voor het emissievrij organiseren van stedelijke distributie is de aanwezigheid van de nodige infrastructuur om dergelijke duurzame logistiek mogelijk te maken, te stimuleren en te handhaven. Hiervoor is er een geïntegreerd beleid nodig op lokaal (stedelijk) niveau, maar eveneens op Vlaams niveau om een wildgroei aan gefragmenteerde, niet-uniforme en soms zelfs tegenstrijdige maatregelen te vermijden. Des te meer wordt stedelijke distributie georganiseerd vanuit logistieke vestigingen aan de rand of buiten het stedelijk grondgebied. Het is ook net daar dat vrachtvoertuigen hun niet-actieve tijd doorbrengen, de optimale tijd om voertuigen op te laden.

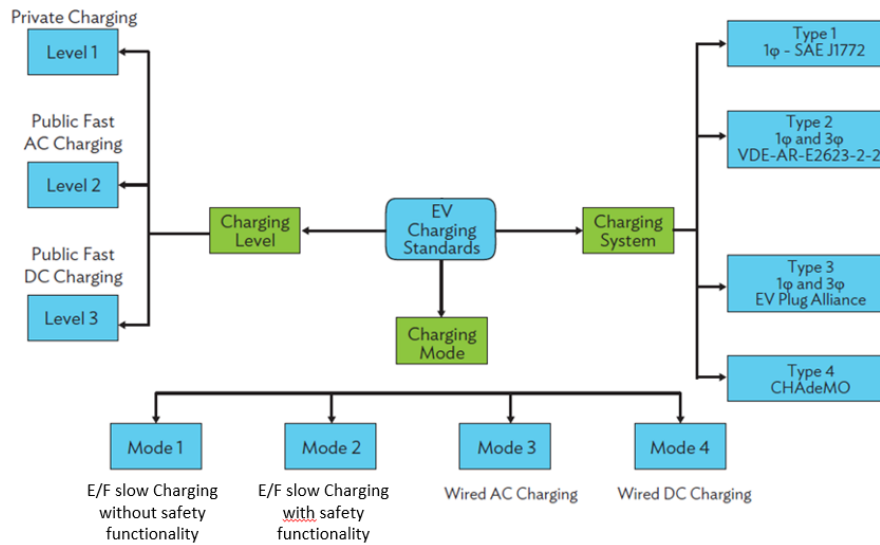
Het laadinfrastructuur vraagstuk dient bijgevolg op gewestelijk niveau georganiseerd te worden. Dit geldt met name voor N3 voertuigen waarvoor vandaag nog geen duidelijke strategie bestaat om (semi)openbaar op te laden in steden. Deze voertuigen hebben momenteel al een voldoende grote actieradius nodig om terug te keren naar het depot buiten de stad. De aanname is dat de N3 voertuigen opladen aan dit niet-stedelijk depot.

4.3.1.1 Methodologie

Technische normen en connectoren

Om de vereiste laadinfrastructuur in kaart te kunnen brengen, dienen eerst de technische normen en connectoren beschreven te worden. De laadinfrastructuur wordt opgedeeld in zogenaamde *levels* die het laadvermogen aangegeven. Tevens geven ze dus de tijd die nodig is om een voertuig op te laden. De andere begrippen in figuur 26 verwijzen naar technische standaarden voor laadinfrastructuur en connectoren.

Overview of Electric Vehicle Charging Infrastructure



Figuur 26: Overzicht laadinfrastructuur (bron: DNV)

Er zijn vijf soorten connectoren:

- de huishoudelijke type E/F stopcontacten (voor kleinere voertuigen/cargobikes)
- twee soorten wisselstroom (AC) connectoren die opladen tot 43 kW
- twee soorten gelijkstroom (DC) connectoren die snelladen (momenteel tot 350 kW) mogelijk maken

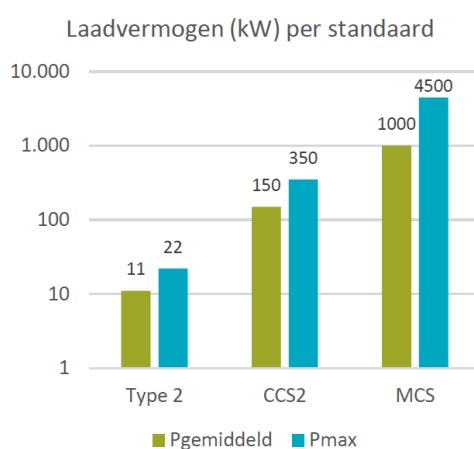


Figuur 27: Connectoren (bron: Wallbox)

Er bestaan verschillende manieren van opladen, afhankelijk van het type voertuig en de onderliggende technologie.

- De categorie van de kleinste goederenvoertuigen, zoals cargobikes of voertuigen van categorie L7e, kunnen opgedeeld worden in vier categorieën:
 - Voertuigen met een uitneembare batterij – mode 1: deze voertuigen zijn monofasig op te laden via een gewoon huishoudelijk type E/F stopcontact. Het opladen gebeurt met een normale laadkabel zonder veiligheidsfunctionaliteit.
 - Voertuigen met een vaste batterij – mode 1: ook deze zijn monofasig en op te laden via een meegeleverde standaard stroomkabel zonder veiligheidsfunctionaliteit. Hierbij dient er wel een stallingsmogelijkheid aanwezig te zijn. Indien men gebruik maakt van een E/F-Type 2 adapter kunnen gebruikers deze voertuigen ook aan AC laadpalen opladen.
 - Voertuigen met een vaste batterij – mode 3 (AC): via een type 2 stekker aan een standaard AC laadpaal.
 - Voertuigen met vaste batterij – mode 3 en 4 (AC en DC): voor krachtigere voertuigen met grote batterijen zullen bepaalde high-end constructeurs ook de mogelijkheid aanbieden om, analoog aan personenwagens, naast AC laden ook snel DC te laden via de CCS stekker. Hierbij ligt het gemiddelde snellaadvermogen hoger dan bij het AC laden.

- Alle nieuwe batterij elektrische bestelwagens zijn uitgerust met een zogenaamde type 2 AC-lader. Ze kunnen worden opgeladen met een vermogen van 11kW - de standaard voor moderne personenwagens - of kunnen optioneel gaan tot 22kW (wat ook bestaat voor bepaalde high-end personenwagens). Verder zijn nieuwe modellen ook uitgerust met de CCS2 standaard, een verbeterde versie van de type 2-stekker, met twee extra voedingscontacten voor het snelladen (ondersteunt AC en DC opladen en kan in theorie opladen met een snelheid tot 350 kW). In huidige modellen geeft dit de mogelijkheid tot snelladen met vermogens tot 150 kW. Op termijn kan dit stijgen naar mogelijk 200 kW. Hogere vermogens hebben verder nog weinig meerwaarde voor deze voertuigcategorie.
- De lichte vrachtwagens (N2) zijn vergelijkbaar met de bestelwagens en kunnen worden opgeladen met wisselstroom van 22kW. Voor zwaardere vrachtwagens (N3) is gelijkstroomlading (≥ 50 kW) eerder de norm. Voor langere afstanden en zware toepassingen worden nieuwe technologieën ontwikkeld. Zo wordt verwacht dat het Megawatt-laadsysteem (MCS) over een paar jaar zal opduiken. In het begin zal het beperkt blijven tot ongeveer 600 kW en later tot 1MW of meer.



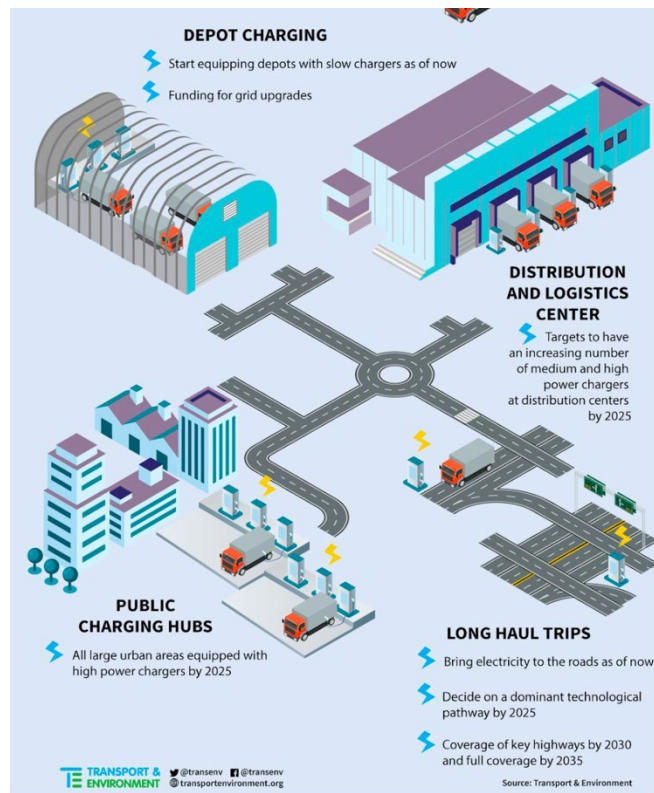
Figuur 28: Laadvermogen (bron: Elaad.nl)

Laadstrategieën

De overgang naar emissievrije stedelijke distributie brengt een aantal uitdagingen, maar ook kansen met zich mee. Ten eerste vraagt het opladen van een elektrisch voertuig aanzienlijk meer tijd dan het vullen van een tank met brandstof, vooral in het geval van batterijen met hoge capaciteit. Om de impact op de logistieke operaties, geplande schema's en routes te minimaliseren, worden oplaadstrategieën bepaald. Deze dienen rekening te houden met de beschikbare wachttijden: 's nachts, overdag tijdens het opladen & ontladen, of tijdens wettelijk verplichte pauzes. Daarnaast kan de juiste strategie, mits goed gepland, er ook voor zorgen dat de transport operaties niet meer beïnvloed worden door het oplaadproces. Meer nog; de strategie heeft een aanzienlijke invloed op de kosten, en kan mits gebruik wordt gemaakt van eigen energieproducten in combinatie met slimme oplaadsystemen, zelfs leiden tot kostenvoordelen. Noteer echter dat enkel megawatt charging een korte laadtijd toelaat, waardoor in oplaadstrategieën dient opgenomen te worden dat mits deze megawatt charging en 's nachts opladen niet beschikbaar is, dit neerkomt op laden tijdens de dagtaak met bijhorende uitdagingen. Afhankelijk van de configuratie van de voertuigen (hogere batterijcapaciteit betekent een langere autonomie en rijafstand) en de gekozen oplaadstrategie (bv. 's nachts opladen en/of wanneer het voertuig toch ergens voor langere tijd moet stoppen) wordt in de volgende sectie de vereiste infrastructuur ingeschat aan de hand van zogenaamde prognosekaarten. Het uitgangspunt is hierbij een volledige overschakeling naar emissievrije stedelijke logistiek.

Laadbehoefte van vrachtvoertuigen

De laadbehoeften van vrachtvoertuigen zijn afhankelijk van de omvang van het voertuig, de inzet van het voertuig, de laadstrategie en de infrastructuur die nodig is per voertuigtype. Hierbij wordt de bovenvermelde opdeling verder gehanteerd (cargobikes en L7e; N1 voertuigen en N2 en N3 voertuigen). Daarbij wordt de eerste categorie buiten beschouwing genomen voor de analyse van waar en hoe de laadinfrastructuur er voor stedelijk goederenvervoer er moet uitzien. Dit aangezien deze eerste categorie gebruik kan maken van standaard huishoudelijke type E/F stopcontacten. Voor de tweede categorie, de N1 voertuigen werd als assumptie genomen dat deze opladen aan (semi)publieke en aan private oplaadpunten. N2 en N3 voertuigen laden op hun beurt op aan private oplaadpunten (aan de eigen depots of distributiecentra) als assumptie. Oplaadpunten op snelwegen dienen hoofdzakelijk de lange-afstands transporten, zoals aangegeven in onderstaande figuur 29. Voor stedelijke distributie zijn oplaadpunten langs snelwegen relevant op knooppunten, aanvullend op de openbare oplaadpunten die voorzien zullen worden volgens de AFIR-vereisten. Op basis van de beschikbare gegevens is een analyse naar deze knooppunten niet mogelijk. Er zou aanvullende informatie nodig zijn over exacte trajecten van logistieke stromen. Daarnaast zal er een ad-hoc behoefte zijn om onderweg op te laden – ook voor stedelijke distributie – waar in deze studie abstractie van gemaakt wordt.

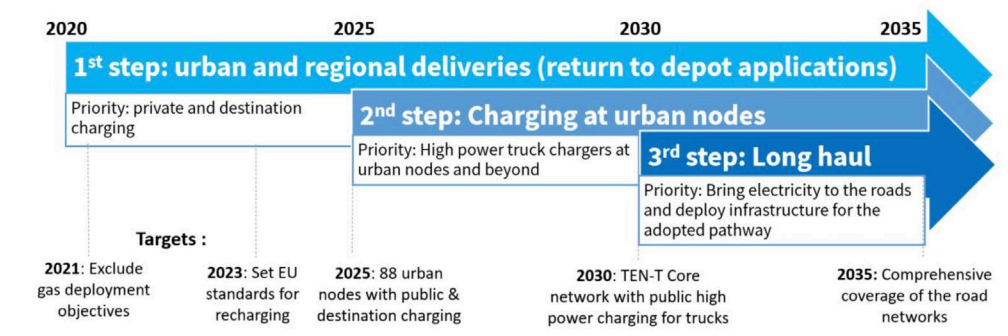


Figuur 29: Overzicht van laadmogelijkheden (bron: Transport & Environment)

Laden op eigen terreinen (depot of distributiecentra) gebeurt meestal 's nachts. De verwachting is dat deze manier van opladen in de nabije toekomst in zal staan voor meer dan 80% van de totale laadbehoefte van het goederenvervoer. Dit houdt verband met het feit dat bijna alle vrachtwagens en ook de meeste bestelwagens een bedrijfsterrein als standplaats hebben. Deze aanname is gebaseerd op Elaad.nl waar uit het spreidingsmodel blijkt dat 90% van de vrachtwagens en 57% van de bestelwagens een standplaats heeft in een gebied dat één of meerdere bedrijventerreinen omvat. Naar analogie werd de distributie van bestelwagens uitgevoerd op basis van registratiegegevens en clustering van bedrijfsgebieden. De aanvankelijke laadstrategie zal gericht zijn op 's nachts laden wanneer de voertuigen geparkeerd/niet gebruikt worden (ELAADS, 2023). Er worden aannames genomen voor het type laadlocaties: op bedrijfsterreinen, private laadlocaties

(garages, bij werknemers of éénmansbedrijven) en openbaar. Publieke oplaadhubs of (gedeelde) semi-publieke oplaadhubs worden enkel beschouwd binnen het emissievrije stedelijke gebied, daarbuiten worden deze niet beschouwd omwille van onvoldoende gegevens.

Volgens Transport & Environment komt Antwerpen – als één van de 88 stedelijke hubs in het TEN-T netwerk – in aanmerking voor een oplaadhub met hoog vermogen voor zwaar vrachtvervoer. Het gebruik ervan zal echter gericht zijn op de long-haul (zie Figuur 30).



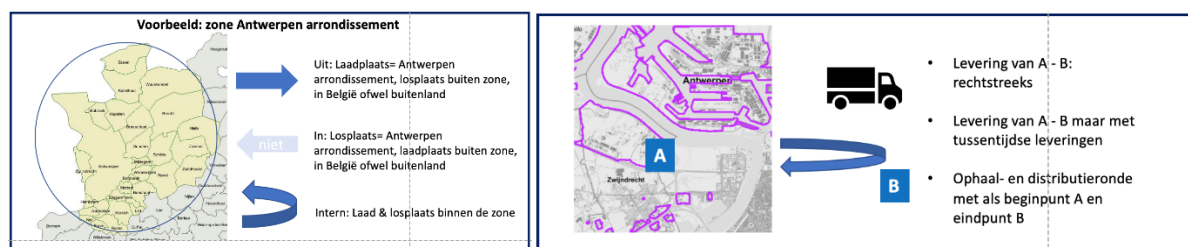
Figuur 30: Tijdslijn uitrol laadinfrastructuur (bron: T&E vision for electric truck infrastructure deployment)

Voor de analyse werden verschillende databronnen gebruikt. Voor de inzet van N1 voertuigen zijn er weinig tot geen databronnen. Dit werd opgevangen met de DPCL analyse (beschreven in Sectie 2.1) voor de onderzoeksteden. Het aantal gereden kilometers in de stad geven een indicatie van de laadbehoefte. Dit wordt verder opgesplitst in (1) privé opladen op bedrijfsterrein of thuis (voor zelfstandige, kleine bedrijven), (2) (semi-)publiek opladen waarbij er geen informatie is over specifieke locaties. Hiervoor maakt het model gebruik van de ruimtelijke spreiding van ingeschreven voertuigen. Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen snel- en traagladen, omdat er daarvoor een opsplitsing in verschillende vermogensniveaus nodig is waarbij een inschatting van rijgedrag en oplaadtijd nodig is.

Voor de N2 en N3 voertuigen werden Statbel gegevens gebruikt. Deze gegevens worden samengesteld op basis van een wekelijkse enquête bij eigenaars en huurders van trekkers en vrachtwagens ingeschreven in België en met een laadvermogen van minstens 1 ton. De dataset bevat de totale gereden afstanden van de desbetreffende voertuigen, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen eenvoudige trajecten en complexere (meerdere stops). Te onderscheiden zijn: uitstroomkilometers, instroomkilometers en interne stromen, zie Figuur 31. Voor het bepalen van de totaal afgelegde afstand voor de heen- & terug rit wordt er met een factor gewerkt. Voor een eenvoudige retourrit waarbij beide richtingen hetzelfde zijn, zal de factor 2 zijn (2x de enkele reis). Voor een complexere bezorgroute met meerdere stops zal de afstand van de retourrit kleiner of gelijk zijn aan de enkele reis (omdat de laatste bestemming van de bezorgroute dichterbij kan liggen en gedeeltelijk al op de terugweg is naar de plaats van vertrek). Die factor houdt ook rekening met een correctiefactor voor long-haul afstanden (die als een enkele reis naar een verre bestemming buiten de geanalyseerde zone beschouwd wordt). De energiebehoefte op depot is zo beperkt tot de capaciteit van de batterij van het voertuig. De volgende veronderstellingen worden gemaakt:

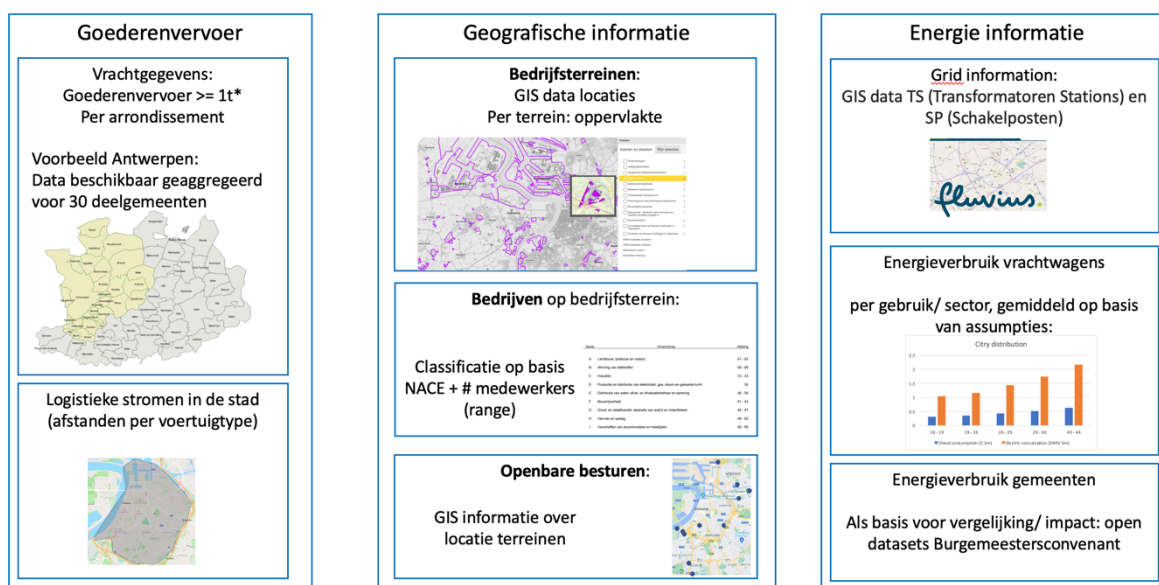
- De totale afstand van alle afgelegde kilometers met laadplaats binnen een arrondissement (uitstroom uit het gebied, zoals interne ritten binnen de zone) wordt in aanmerking genomen en vermenigvuldigd met bovenstaande factor, zodat de totale retourrit wordt berekend.
- Er wordt geen rekening gehouden met de instroom, aangezien voor deze categorie voertuigen dezelfde veronderstelling moet worden toegepast als voor de uitstroom (hoofdzakelijk opladen in het depot van oorsprong). De DPCL simulatiegegevens geven informatie over kilometers binnen de onderzoekzones, terwijl de STATBEL informatie een

grotere geografisch scope heeft (de arrondissementen). Beide gegevensbronnen werden complementair gebruikt.



Figuur 31: Goederenvervoer over de weg, voertuigen met een nuttig laadvermogen van minstens 1 ton.

Voor de inzet van goederenvoertuigen door de openbare besturen werd de voertuigvloot van de onderzoeksteden als aanvullende input gebruikt. Daarnaast werden de bedrijventerreinen, inclusief hun oppervlakte en NACE activiteit, in kaart gebracht. Tot slot wordt er gebruik gemaakt van netwerkgegevens afkomstig van Fluvius. Dit laat toe om de impact op het netwerk (afstanden naar transformatoren, stations en schakelposten) te visualiseren, evenals een vergelijking te maken tussen het huidige energieverbruik en het verwachte additionele verbruik door goederenvervoervoertuigen.



* goederenvervoer over de weg (op Belgisch en buitenlands grondgebied) door in België ingeschreven voertuigen met een nuttig laadvermogen van minstens 1 ton. STATBEL

Figuur 32: Overzicht databronnen

Beleid

De huidige uitrol van publieke oplaadinfrastructuur in Vlaanderen is gebaseerd op verschillende strategieën:

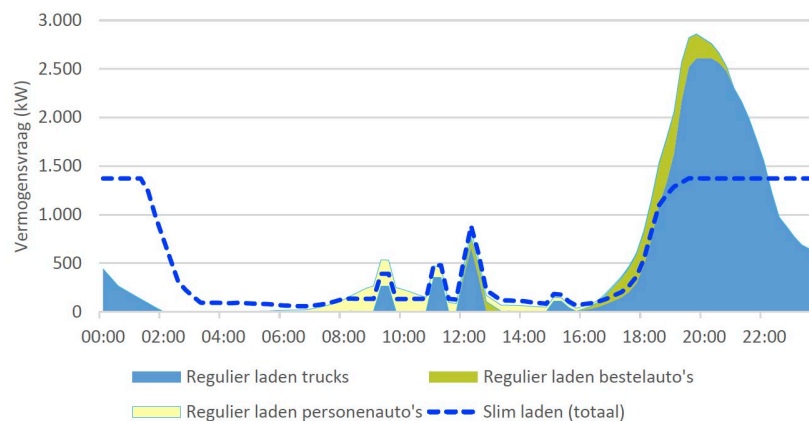
- Paal volgt wagen: het plaatsen van een oplaadpunt op basis van een (goedgekeurde) aanvraag
- Paal volgt paal: het plaatsen van een oplaadpunt op basis van een data-gedreven analyse en beslissing als één bestaand laadpunt overbelast is
- Het plaatsen van een oplaadpunt strategische locaties

Voorlopig is er geen specifieke focus op de logistiek gerelateerde energievraag. Organisaties (zowel particuliere bedrijven als openbare instellingen) beginnen echter hun eigen oplaadinfrastructuur op te bouwen in lijn met de geplande investeringen in elektrische voertuigen.

Energieverbruik en vermogen

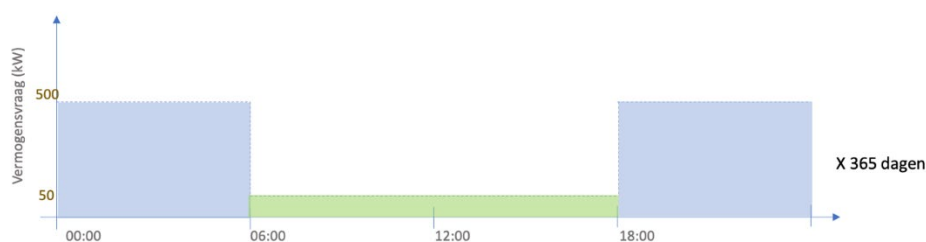
Voor de berekening van het elektriciteitsverbruik werkt het model met referentiewaarden van het gemiddelde verbruik voor de verschillende voertuigtypes. Voor bestelwagens wordt informatie gebruikt uit publiek beschikbare bronnen (website van constructeurs, EV-database), waarvoor de gemiddelde waarde is berekend op 0,24 kWh/km. Voor N2 en N3 voertuigen gebruikt het model een gemiddelde van verschillende afmetingen en types, wat resulteert in een verbruik van 1,5 kWh/km.

Een exacte berekening van het benodigde elektrische vermogen zou een zeer gedetailleerde analyse vereisen, met inbegrip van de kennis van de exacte oplaadtijden en -patronen. Een voorbeeld van een dergelijke gedetailleerde studie is weergegeven in Figuur 33.



Figuur 33: Laadprofiel van een fictief bedrijventerrein in 2035 (bron: Elaad.nl).

Voor deze studie werkt het model met een vereenvoudigde aanname gebaseerd op (voornamelijk nachtelijke) laadcycli van 12 uur en 365 werkdagen per jaar. Dit maakt het mogelijk een gemiddeld vereist vermogen af te leiden per geanalyseerde zone in totaal en per bedrijfslocatie. De getallen in onderstaande figuur 34 zijn gebaseerd op het gemiddelde vermogen over alle relevante bedrijfslocaties in het arrondissement Antwerpen op basis van de berekende energievraag voor vracht- en bestelwagens. De exacte berekeningen per bedrijfsterrein dienen verder om de impact op het grid te bepalen (afstanden naar transformatoren, stations en schakelposten). Er wordt geen rekening gehouden met piekvermogens.



Figuur 34: Vereenvoudigd laadprofiel van een fictief bedrijventerrein voor berekeningen

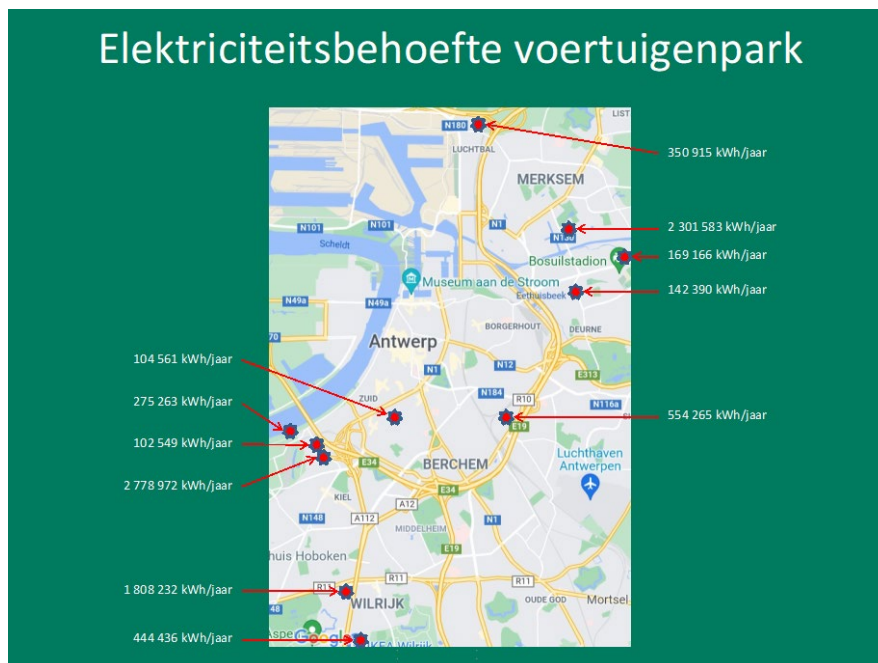
4.3.1.2 Prognosekaarten

Deze analyse richt zich in de eerste plaats op de stadsdistributie binnen de onderzoeksteden. Daarom wordt er in onderstaande secties meer in detail ingegaan op de individuele steden. Tegelijkertijd moet de studie resulteren in een volledig beeld van de oplaadbehoeften en de impact op het energieverbruik en het netwerk voor de stedelijke distributie in Vlaanderen.

Antwerpen

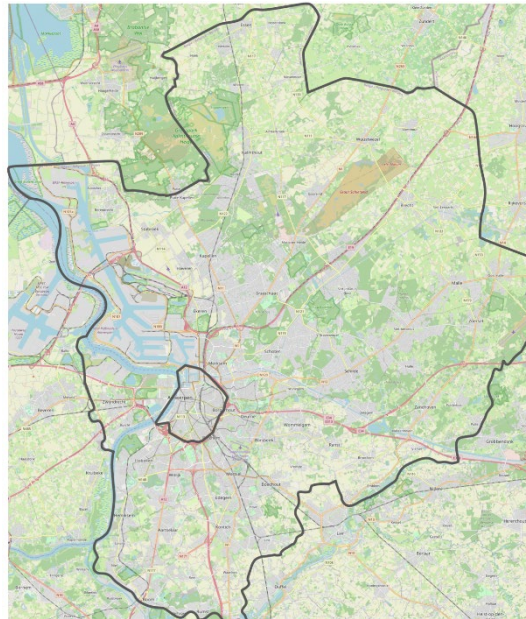
Voor laadinfrastructuur legt de Stad Antwerpen vandaag de focus op particulieren. Ze gaat ervan uit dat professionelen meestal ruimte hebben op eigen terrein. Daarenboven stelt de stad dat laden voor goederenvervoer 's nachts gebeurt. Bijgevolg zal de nood aan laadinfrastructuur op openbaar domein (vandaag) laag zijn. Op basis van het geschatte aantal voertuigen voor stedelijke distributie – resultaat van deze studie – met een potentiële behoefte aan openbaar laden, dient geconcludeerd te worden dat er een relevante extra behoefte is aan openbare oplaadpunten gekoppeld aan bestelwagens.

De Stad Antwerpen heeft een analyse uitgevoerd voor het bepalen van de laadnoden voor haar eigen vloot voor openbare bestuur/afvalophaling. Het resultaat ervan is terug te vinden in figuur 35.



Figuur 35: Analyse elektriciteitsbehoefte voertuigenpark Antwerpen

Voor de laadinfrastructuur wordt er verder gekeken dan het gebied binnen de Singel, dat voor de transportvraag (Sectie 3) gehanteerd werd. Voor de laadinfrastructuur wordt het hele grondgebied van de stad Antwerpen en haar districten geanalyseerd. Het havengebied maakt deel uit van de ruimere analyse op arrondissementsniveau, waarbij er echter geen specifieke oefening voor het havengebied en haar activiteiten gemaakt is. Voor de grotere context wordt het arrondissement Antwerpen gebruikt. Het gehele gebied wordt weergegeven in Figuur 36.



Figuur 36: 4 Onderzoeksgebied Antwerpen

De transportvraag in Antwerpen wordt weergegeven in Tabel 18. Voor de bestelwagens (N1) zijn deze cijfers uitsluitend voor binnen de Singel. In de analyse wordt ervan uitgegaan dat bestelwagens (N1) die ingezet worden voor de stedelijke bevoorrading van de Stad Antwerpen afkomstig zijn uit de grotere zone, het arrondissement Antwerpen.

Tabel 18: Aantal gereden kilometers per week en totaal in Antwerpen op jaarbasis (bron: DPCL simulatie)

	N1 (bestelwagens en servicewagens)	N2/N3
Retail Food	402	7 479
Retail Non-Food	11 194	9 212
Horeca	1 470	20 019
Servicediensten & Installaties	20 979	-
Afvalophaling	-	4 609
Verhuis	1 049	675
Bouw	26 431	11 218
E-Commerce	8 628	-
Facilitaire Leveringen	5 487	12 311
Totaal week	75 639	65 524
Totaal jaar (52 weken)	3 933 238	3 407 265

Voor het zwaardere wegvervoer (N2 en N3) worden alle oorsprongen en bestemmingen van voertuigen die aan stedelijke distributie doen in Antwerpen meegenomen. Tabel 19 geeft een overzicht voor de meest belangrijke bestemmingen voor vrachtwagens vanuit Antwerpen arrondissement. De totale afgelegde afstand bedraagt hierbij ~226,5 miljoen voertuigkilometer.

Tabel 19: Jaarlijkse kilometers vrachtwagens >1t met oorsprong arrondissement Leuven (ingekorte lijst)

Bestemming	Afstand per jaar (km)	aandeel
BE211 Binnen Arrondissement	81 877 496	36%

BE213	Turnhout	11 293 802	5%
BE236	Sint-Niklaas	6 561 376	3%
BE254	Kortrijk	6 238 647	3%
BE100	Brussel	5 977 925	3%
BE234	Gent	5 920 143	3%
BE224	Hasselt	5 747 163	3%
Andere		102 895 611	45%
TOTAAL		226 512 163	100%

Zoals in bovenstaande Tabel 19 te zien is, heeft meer dan 1/3 van alle afstanden een of meerdere bestemmingen binnen het arrondissement, en meer dan 1/2 ligt op een afstand van max. ~100km (op basis van enkele reisafstand, met Kortrijk als verste bestemming van die bestemmingen).

Deze transportvraag vertaalt zich in een energiebehoefte. Voor de berekening werden een aantal assumpties genomen, dewelke terug te vinden zijn in Tabel 20.

Tabel 20: Veronderstellingen en berekeningen voor Antwerpen

	N1 (BW+SW)	N2/N3	Opmerkingen
Depot laden %	50%	90%	Cfr benchmark Elaad.nl
Publiek laden binnen onderzoeksgebied %	27,6%	-	Cfr benchmark Elaad.nl
Privé laden binnen onderzoeksgebied %	22,4%	-	Cfr benchmark Elaad.nl
Laden buiten onderzoeksgebied	-	10%	Onderweg/ longhaul trips
Verbruik per km (kWh)	0,24	1,5	Gemiddelde waarden, zie opmerkingen in het rapport
Energievraag per jaar (kWh) - totaal	943.977	nvt	Voor N2/N3 is dit onthouden in gegevens hieronder
Energievraag per jaar (kWh) - publiek	260.538	nvt	
Energievraag per jaar (kWh) - privé	211.451	nvt	
Kilometers "Laden" Antwerpen (1 richting)	-	226.512.163	N2/N3 voor arrondissement Antwerpen
Kilometers "Laden" Antwerpen (h&terug)		396.396.286	x 1,75
Energievraag per jaar (kWh) depot	471.989	535.606.975	Totaal voor arrondissement Antwerpen
Aantal bedrijfsterreinen		248	Die in aanmerking komen voor depot charging

Door middel van het toepassen van de assumpties, komt de energiebehoefte voor de emissievrije stedelijke distributie voor het arrondissement Antwerpen uit op 536 551 MWh. Dit cijfer kan vergeleken worden met het huidige elektriciteitsverbruik in Antwerpen, zoals weergegeven in Tabel 21.

Tabel 21: Elektriciteitsverbruik stad en arrondissement Antwerpen, 2020 (Burgermeester Convenant).

		Stad Antwerpen		Arrondissement Antwerpen	
Huishoudens	MWh	611.887	29%	1.507.633	36%
industrie (niet-ETS)	MWh	372.469	18%	780.376	18%
Landbouw	MWh	748	0%	41.028	1%
niet toegekend	MWh	44.837	2%	71.802	2%
openbaar vervoer	MWh	33.064	2%	38.086	1%

openbare verlichting	MWh	27.200	1%	52.024	1%
particulier en commercieel vervoer	MWh	14.323	1%	34.995	1%
Tertiair	MWh	1.021.041	48%	1.701.298	40%
TOTAAL	MWh	2.125.569		4.227.243	

De resulterende laadprognosekaart voor Antwerpen (Figuur 37) toont de locaties (zones) waar een energieverbruik op jaarbasis voor geïdentificeerd werd.

Voor de berekeningen en de hierop volgende kaarten voor alle drie de onderzoeksteden ligt de focus voor het laden van N2 en N3 voertuigen op industrieterreinen. Aan de andere kant omvatten de beschikbare gegevens voor N1 voertuigen alleen het verbruik dat binnen het beperkte onderzoeksgebied wordt gereden (DPCL model), waardoor een relevant deel van het verbruik van verkeer buiten dit gebied wordt uitgesloten.

Aanvullende informatie om dit deel van de energiebehoefte beter in te schatten zou het werkelijke aantal voertuigen zijn (bijv. op basis van registratiegegevens in de zone), maar deze informatie is niet openbaar beschikbaar. Het was helaas niet mogelijk om binnen het gegeven tijdschema van deze studie de gevraagde informatie te verkrijgen om te gebruiken in de analyse. Om een grootorde te geven van de totale impact van de totale energiebehoefte voor het N1 segment, kan er verwezen worden naar een studie die werd uitgevoerd voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Hierin zijn de volgende veronderstellingen gebruikt voor bestelwagens die er in de stad rondrijden: 1,25 laadsessies per dag, 30 kWh per sessie, waardoor 37,5 kWh verbruik per laadpunt en dag bekomen wordt. Verder wordt aangenomen dat bestelwagens die in de stad geregistreerd staan een grote behoefte hebben om openbaar op te laden (90% van het totaal), terwijl voertuigen in een meer landelijk gebied privé kunnen worden opgeladen. Voor dit segment in de stadscontext kan uitgegaan worden van een nood aan 1 openbaar oplaadpunt per 10 bestelwagens. Voor heel Vlaanderen zijn er op 1 april 2023 een totaal van 544.293 N1 bestelwagens geregistreerd. Op basis van 90% publiek laden en de ratio 1/10 worden ~49.000 openbare laadpunten vereist.

Om een gericht beeld te krijgen van het aantal bestelwagens voor de onderzoeksteden, toont Tabel 22 het aantal ingeschreven bestelwagens en aantal inwoners. Dit is een benadering die geen rekening houdt met het daadwerkelijke gebruik en type toepassing voor de bestelwagens.

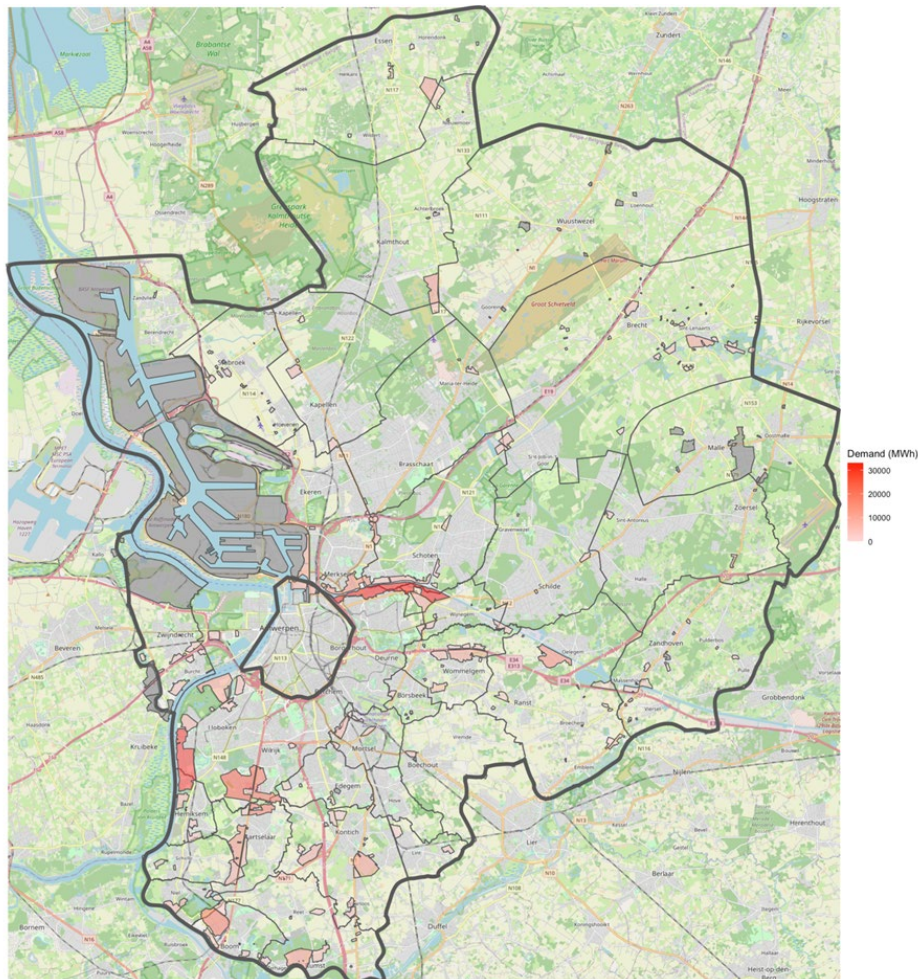
Tabel 22: Aantal ingeschreven bestelwagens en bevolking (bron: DIV)

	Inwoners 2023	DIV registratie N1
Stad Antwerpen	536.079	43.069
Arrondissement Antwerpen	1.078.084	86.614
Stad Leuven	102.851	8.263
Arrondissement Leuven	523.282	42.041
Stad Kortrijk	79.000	6.347
Arrondissement Kortrijk	299.735	24.081
Stad Antwerpen, Leuven, Kortrijk	717.930	57.679
Arrond. Antwerpen, Leuven, Kortrijk	2.319.296	186.334
Arrond. Antwerpen, Leuven, Kortrijk (%)		34%
Vlaanderen	6.774.807	544.293

Op basis van bovenstaande assumpties kan de laadbehoefte voor bestelwagens in de stad Antwerpen ingeschat worden op 3 876 laadpunten – voor een volledige elektrificatie van de huidige bestelwagenvloot. Verder blijkt uit de studie voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest dat tegen 2030 een aandeel van 18% van het totaal aan publieke laadpunten aan bestelwagens toegewezen wordt

(voor >80% van de bestelwagens batterij-elektrisch). Een 80% elektrificatie zou een laadvraag van ongeveer 3 100 punten opleveren.

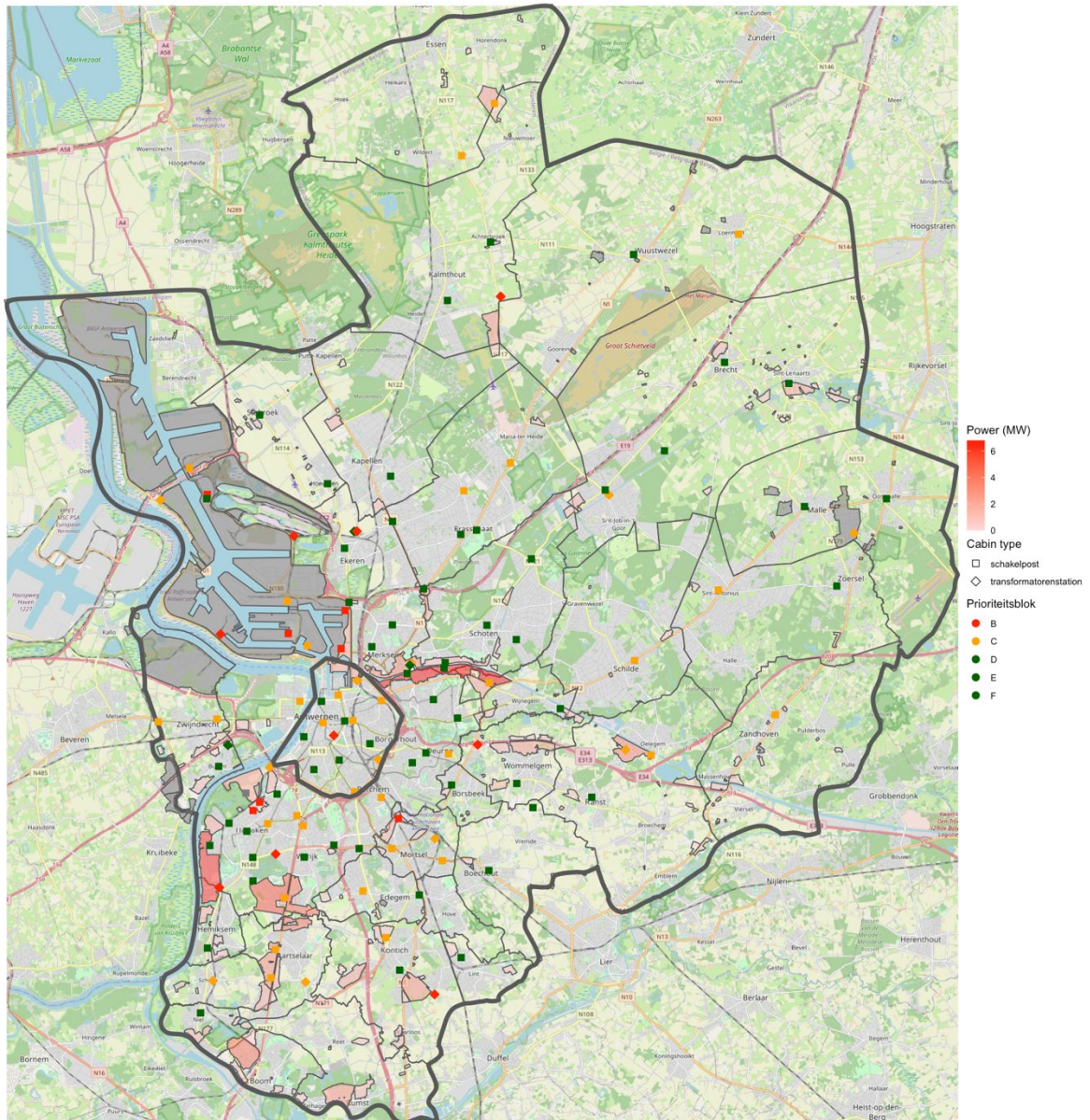
Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.



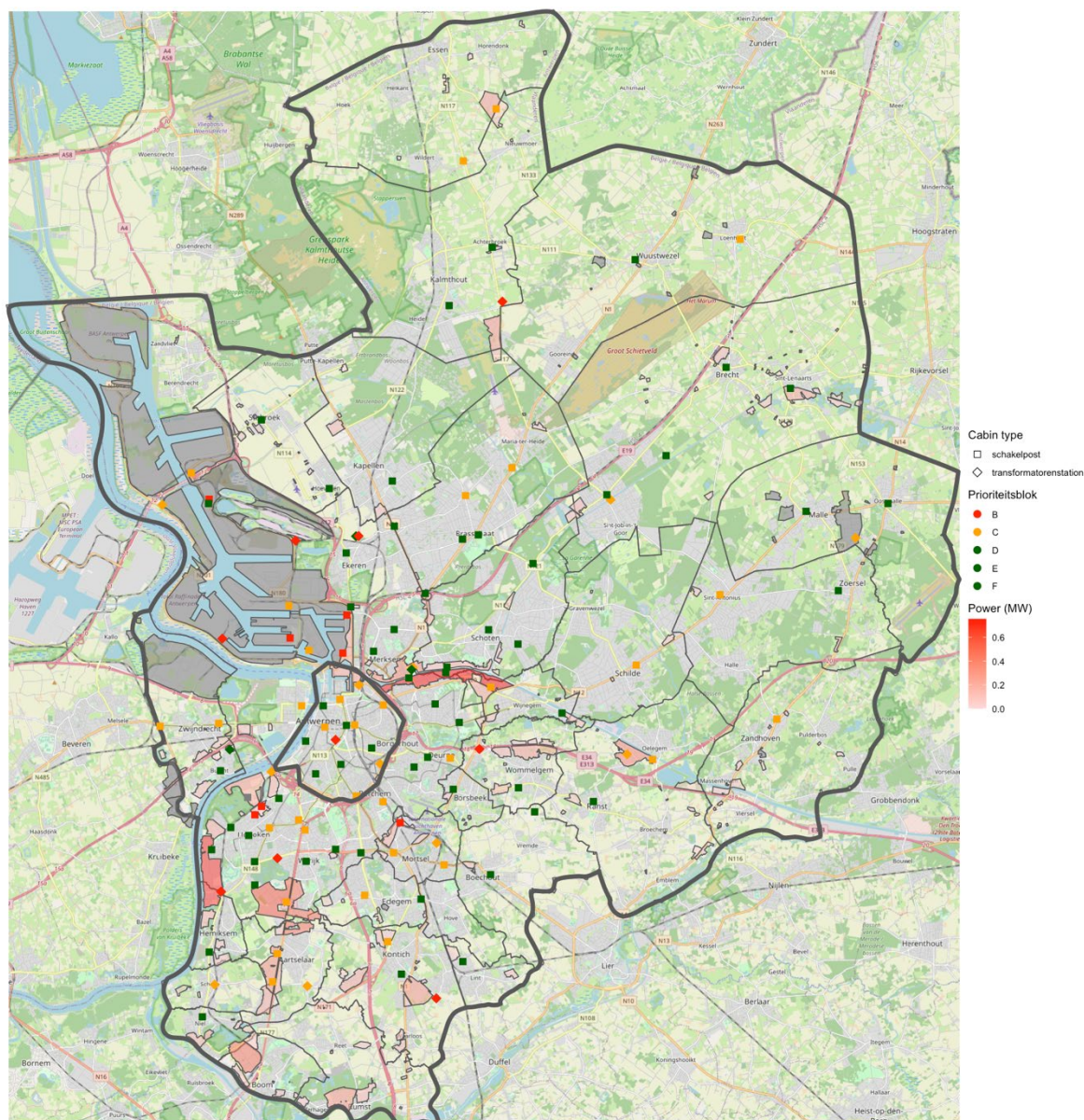
Figuur 37: Energievraag voor opladen in arrondissement Antwerpen (focus op bedrijfsterreinen)

Figuur 37 toont de verdeling van de totale energievraag "depotladen" over de bedrijfsterreinen van het arrondissement Antwerpen, geaggregeerd voor alle voertuigtypes waarvoor depotladen verondersteld wordt (zie assumptie's in tabel 20).

Op basis van het veronderstelde vereenvoudigde laadprofiel, zie Figuur 34, wordt het vereiste vermogen "dag" en "nacht" laden berekend en gepresenteerd in de volgende twee figuren.



Figuur 38: Vermogensvraag "nacht" voor opladen in arrondissement Antwerpen



Figuur 39: Vermogensvraag "dag" voor opladen in arrondissement Antwerpen

Naast de berekende vermogens werd informatie van Fluvius toegevoegd over de relevante elementen van de netinfrastructuur en hun respectievelijke status van vervanging:

- B = einde levenscyclus: wordt gepland te vervangen & up te graden binnen de 10 jaar; planning in functie van netnoden, klantennoden, ELIA, ...
- C = tweede helft levenscyclus: in stand houden – te vervangen binnen 10 à 25 jaar; enkel upgrades indien echt noodzakelijk in functie van klanten
- D-E-F = eerste helft levenscyclus: vrijwaren – onderhouden en zo nodig upgraden, maar in principe zijn hier geen upgrades nodig.

De benodigde versterkingen van het netwerk in de komende jaren dienen te worden gekoppeld aan de verwachte vermogensniveaus (vooral die in donkerrood) en kunnen daarom worden gekoppeld aan het als categorie aangegeven vervangingsmoment.

Leuven

Leuven heeft geen eigen analyse uitgevoerd over haar nood aan laadinfrastructuur voor stedelijke distributie. Voor de eigen vloot van de Stad Leuven wordt daarom verder gebouwd op de analyse die in Antwerpen heeft plaatsgevonden.

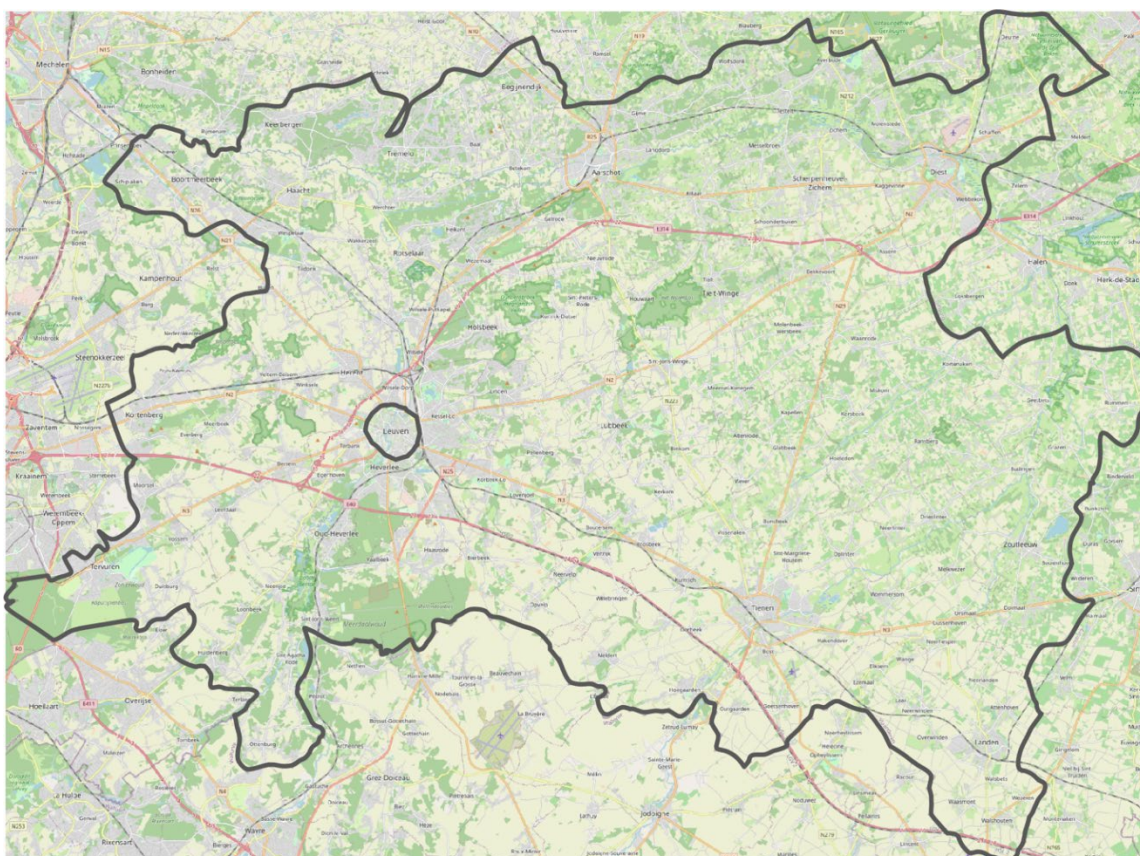
Voor de energievraag van de afvalwagens is de volgende informatie beschikbaar en zijn volgende berekeningen gemaakt:

- startlocatie (loods): Aarschotsesteenweg 68 in 3012 Leuven (Willele)
- maximaal 60 voertuigkilometer per dag/rit
- laadnood in het geheel:
 - in Leuven centrum (binnen R23) rijden maximaal 5 vuilniswagens rond per dag
 - in "groot Leuven", maximaal 13 vuilniswagens per dag
- er wordt 260 dagen per jaar gereden: 15 600 km/jaar per voertuig; 23 400 kWh/jaar per voertuig (assumptie: 1,5 kWh/km voor e-truck 16-19t met opbouw voor afvalophaling), of, 304 200 kWh voor de site (op basis van 13 voertuigen).

Bijkomende opmerking: in totaal zijn er momenteel 74 voertuigen voor "stadsreiniging" (veegwagens, zoutstrooiers, lichte vrachtwagens voor onderhoud, etc.), waarvan 21 afvalwagens. Op basis van de beschikbare gegevens is de analyse beperkt tot het effect van de vuilniswagens.

Verder heeft de stad enkele mogelijke locaties aangeduid: Citydepot aan Noordvaart, Bpost aan Philipssite, Arvesta: logistiek centrum van AVEVE in Leuven Noord (enige grote logistieke site in Leuven), hub KULEuven facilitaire dienst (Arenberg), Ecowerf: laad- en loskade voor overslag naar water (mogelijkheden rond bouwhub). Deze maken deel uit van de lijst aan bedrijfsterreinen.

Voor het onderzoek van de goederenstromen wordt vertrokken van de DPCL resultaten. Net zoals voor de andere 2 onderzoeksteden wordt de grotere zone bepaald door het niveau van het arrondissement Leuven, zie Figuur 40.



Figuur 40: Onderzoekgebied Leuven

De transportvraag in Leuven wordt weergegeven in Tabel 23. Voor de bestelwagens (N1) zijn deze cijfers uitsluitend voor binnen de Ring. In de analyse wordt ervan uitgegaan dat bestelwagens (N1) die ingezet worden voor de stedelijke bevoorrading van de stad afkomstig zijn uit de grotere zone,

het arrondissement Leuven. De oostelijke oriëntatie van het arrondissement heeft geen impact op de resultaten.

Tabel 23: Aantal gereden kilometers per week en totaal in Leuven op jaarbasis (bron: DPCL simulatie)

	N1 (BW+ SW)	N2/N3
Retail Food	82	1 542
Retail Non-Food	2 393	2 478
Horeca	540	5 566
Servicediensten & Installaties	5 592	-
Afvalophaling	-	1 677
Verhuis	225	174
Bouw	12 470	4 698
E-Commerce	2.241	-
Facilitaire Leveringen	718	2 416
Totaal week	24 262	18 551
Totaal jaar (52 weken)	1 261 612	964 655

Voor het zwaardere wegvervoer (N2 en N3) worden alle oorsprongen en bestemmingen van voertuigen die aan stedelijke distributie doen in Leuven meegenomen. Tabel 24 geeft een overzicht voor de meest belangrijke bestemmingen voor vrachtwagens vanuit het arrondissement Leuven. De totale afgelegde afstand bedraagt hierbij ~94,6 miljoen voertuigkilometer. Het arrondissement Brussel staat in voor 2%.

Tabel 24: Jaarlijkse kilometers vrachtwagens >1t met oorsprong arrondissement Leuven (ingekorte lijst)

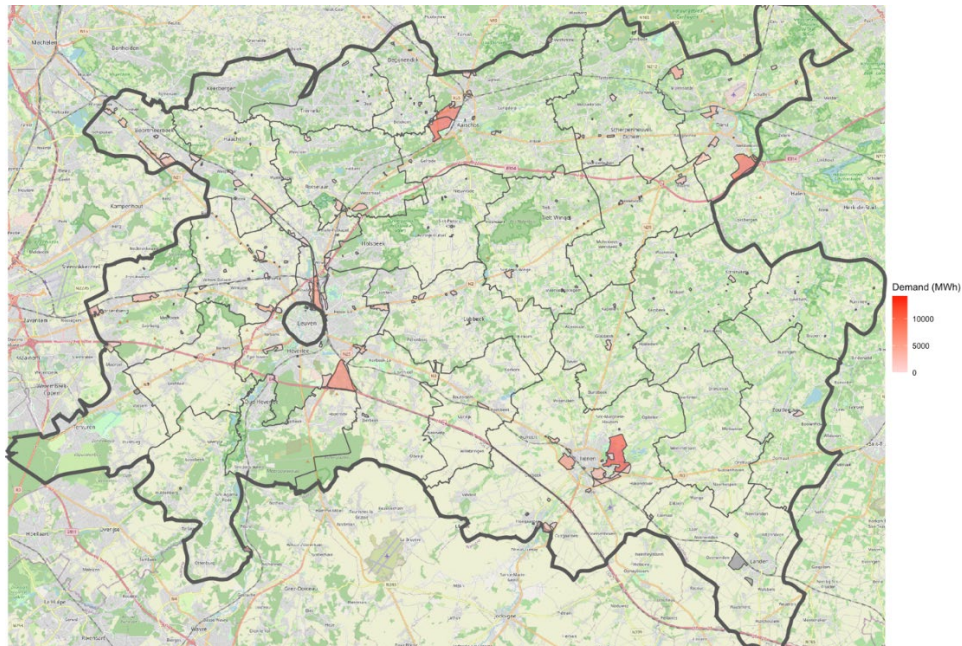
Bestemming	Afstand per jaar (km)	aandeel
BE242 Binnen Arrondissement	48 701 106	52%
BE241 Halle-Vilvoorde	4 763 502	5%
BE223 Tongeren	3 962 274	4%
BE352 Namen	3 401 382	4%
Andere	33 728 914	36%
TOTAAL	94 557 177	100%

Deze transportvraag vertaalt zich in een energiebehoefte. Voor de berekening werden een aantal assumpties genomen, dewelke terug te vinden zijn in Tabel 25.

Tabel 25: Veronderstellingen en berekeningen voor Leuven

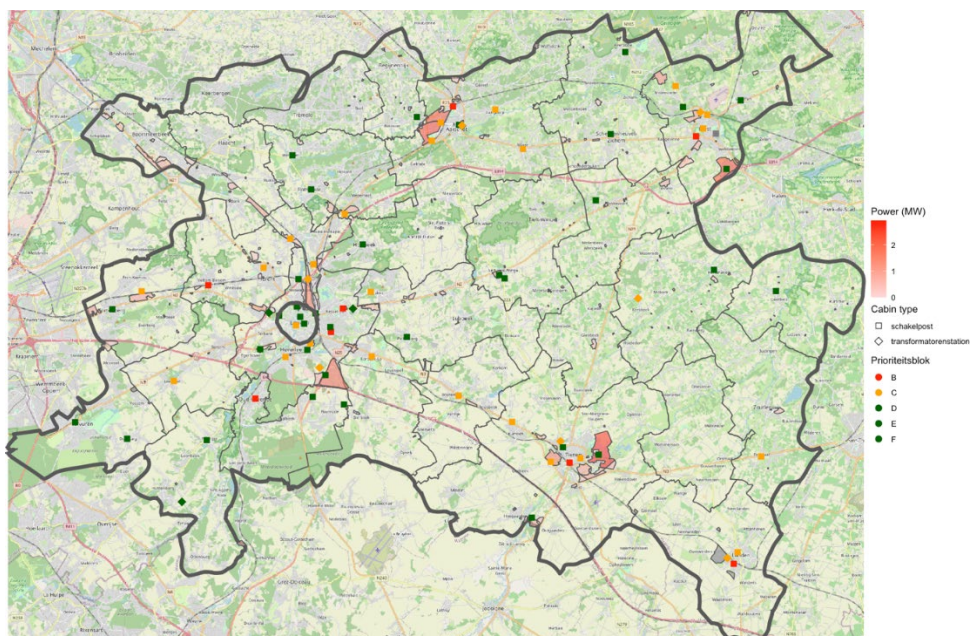
	N1 (BW+ SW)	N2/N3	Opmerkingen
Depot laden %	50%	90%	Cfr benchmark Elaad.nl
Publiek laden binnen onderzoeksgebied %	27,6%	-	Cfr benchmark Elaad.nl
Privé laden binnen onderzoeksgebied %	22,4%	-	Cfr benchmark Elaad.nl
Laden buiten onderzoeksgebied	-	10%	Onderweg/ longhaul trips
Verbruik per km (kWh)	0,24	1,5	Gemiddelde waarden, zie opmerkingen in het rapport
Energievraag per jaar (kWh) - totaal	302.787	nvt	Voor N2/N3 is dit onthouden in gegevens hieronder
Energievraag per jaar (kWh) - publiek	83.569	nvt	
Energievraag per jaar (kWh) - privé	67.824	nvt	
Kilometers "Laden" Leuven (1 richting)	-	94.557.177	N2/N3 voor arrondissement Leuven
Kilometers "Laden" Leuven (h&terug)		165.475.060	x 1,75
Energievraag per jaar (kWh) depot	151.393	223.542.725	Totaal voor arrondissement Leuven
Aantal bedrijfsterreinen		227	Die in aanmerking komen voor depot charging

De resulterende laadprognosekaart voor Leuven (Figuur 41) toont de locaties (zones) waar een energieverbruik op jaarbasis voor geïdentificeerd werd. **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**

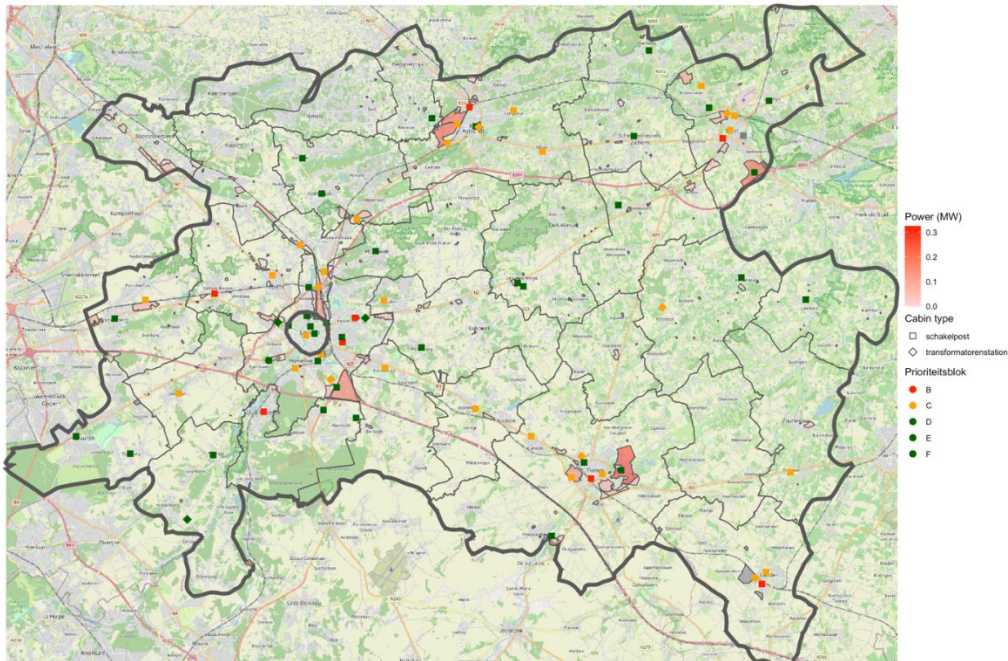


Figuur 41: Energievraag voor opladen in arrondissement Leuven (focus op bedrijfsterreinen)

Op basis van het veronderstelde vereenvoudigde laadprofiel, zie Figuur 34, wordt het vereiste vermogen "dag" en "nacht" laden berekend en gepresenteerd in de volgende twee figuren.



Figuur 42: Vermogensvraag "nacht" voor opladen in arrondissement Leuven



Figuur 43: Vermogensvraag "dag" voor opladen in arrondissement Leuven

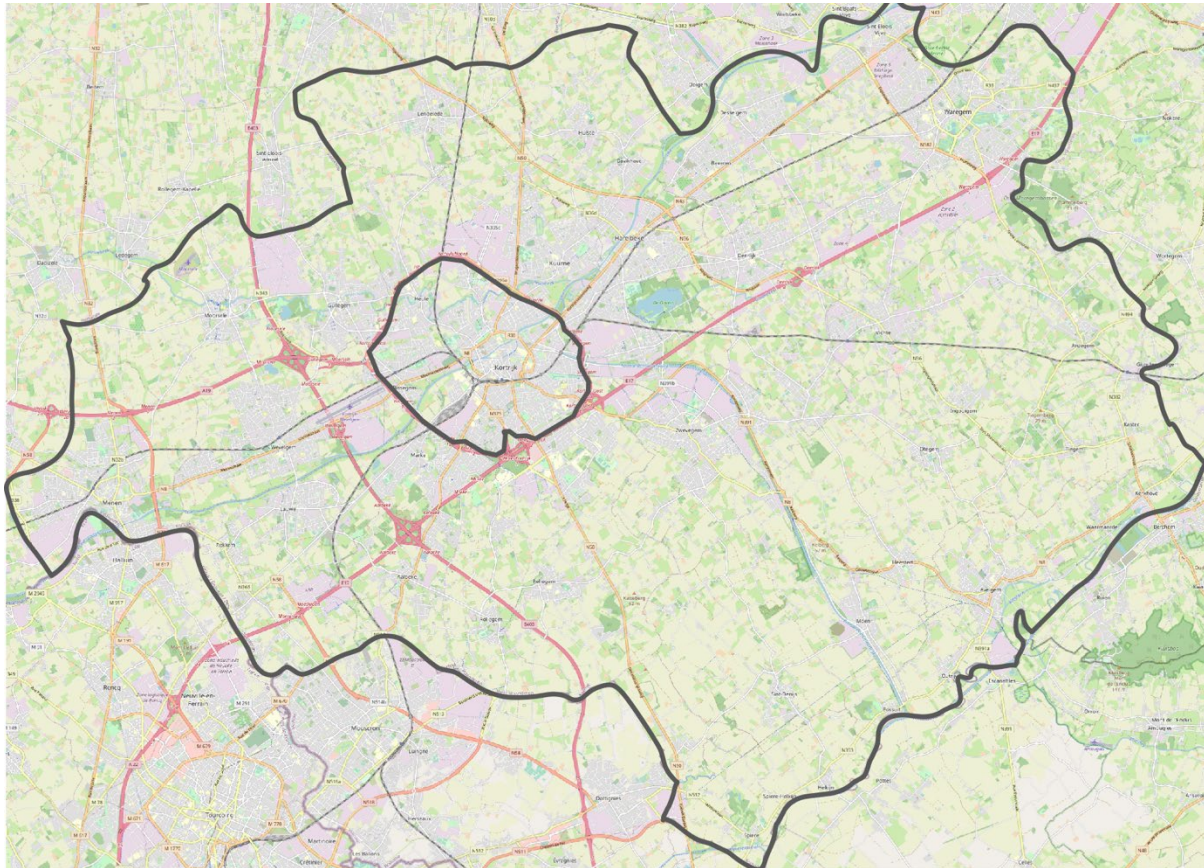
Kortrijk

Kortrijk heeft geen eigen onderzoek gevoerd naar haar noden aan laadinfrastructuur voor haar eigen goederenvervoer en afvalophaling. Net als bij Leuven wordt voor deze stromen daarom verder gebouwd op de analyse die in Antwerpen heeft plaatsgevonden.

Voor de energievraag van de afvalwagens is de volgende informatie beschikbaar en zijn volgende berekeningen gemaakt:

- Standplaats: Rekkemsestraat 54 - 8510 Marke (in de toekomst: industriezone Heule)
- Elke dag minstens 6 vrachtwagens voor afvalophaling in heel Kortrijk. Rijden van 5u 's ochtends tot 13u 's middags. Van maandag tot en met vrijdag.
- 55 km per rit, meestal 2 rondes per dag, dus 110 km/dag (bron: DPCL)
- 260 dagen/jaar: 28 600 km/jaar per voertuig; 42 900 kWh/jaar per voertuig (assumptie: 1,5 kWh/km voor e-truck 16-19t met opbouw voor afvalophaling), of 257 400 kWh voor de site (op basis van 6 voertuigen).

Voor Kortrijk wordt gestart met het gebied binnen de R8 (grote ring). Dit is een gebied met grote residentiële wijken, maar waar zich ook kantoren, horeca en handel in bevinden. De grotere zone is zoals voor de andere onderzoeksteden het arrondissement Kortrijk.



Figuur 44: Onderzoekgebied Kortrijk

De transportvraag in Kortrijk wordt weergegeven in Tabel 26. Voor de bestelwagens (N1) zijn deze cijfers uitsluitend voor binnen de Ring 8. In de analyse wordt ervan uitgegaan dat bestelwagens (N1) die ingezet worden voor de stedelijke bevoorrading van de stad afkomstig zijn uit de grotere zone, het arrondissement Kortrijk.

Tabel 26: Aantal gereden kilometers per week en totaal in Kortrijk op jaarbasis (bron: DPCL simulatie)

	N1 (BW+ SW)	N2/N3
Retail Food	190	2 339
Retail Non-Food	4 507	3 666
Horeca	354	5 453
Servicediensten & Installaties	7 828	-
Afvalophaling	-	4 515
Verhuis	353	302
Bouw	13 535	6 965
E-Commerce	4 105	-
Facilitaire Leveringen	1 379	4 324
Totaal week	32 251	27 564
Totaal jaar (52 weken)	1 677 067	1 433 346

Voor het zwaardere wegvervoer (N2 en N3) worden alle oorsprongen en bestemmingen van voertuigen die aan stedelijke distributie doen in Kortrijk meegenomen. Tabel 27 geeft een overzicht

voor de meest belangrijke bestemmingen voor vrachtwagens vanuit het arrondissement. De totale afgelegde afstand bedraagt hierbij ~226,5 miljoen voertuigkilometer.

Tabel 27: Aantal gereden kilometers per week en totaal in Kortrijk op jaarbasis (bron: DPCL simulatie)

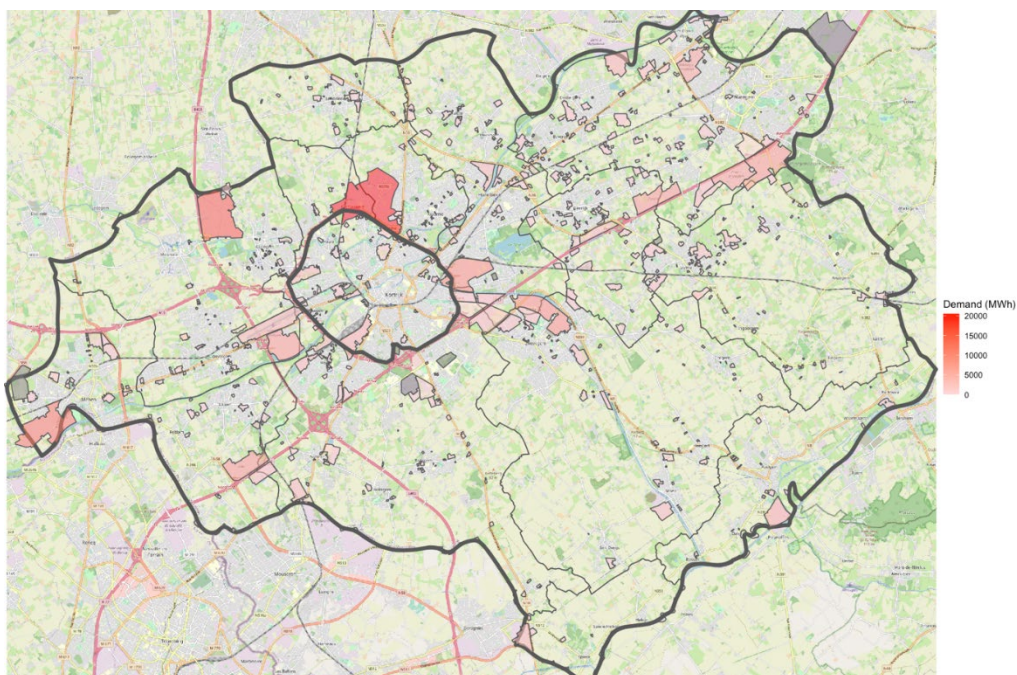
Bestemming	Afstand per jaar (km)	aandeel
BE254 Binnen Arrondissement	57 155 768	52%
BE211 Antwerpen	4 420 144	4%
FRE11 Frankrijk	2 893 484	3%
BE234 Gent	2 252 595	2%
Andere	43 075 322	39%
TOTAAL	109 797 313	100%

Deze transportvraag vertaalt zich in een energiebehoefte. Om deze totale energiebehoefte voor het opladen van de goederenvoertuigen te berekenen, wordt, net zoals bij Antwerpen en Leuven, uitgegaan van een aantal veronderstellingen. Deze zijn terug te vinden in Tabel 28.

Tabel 28: Veronderstellingen en berekeningen voor Kortrijk

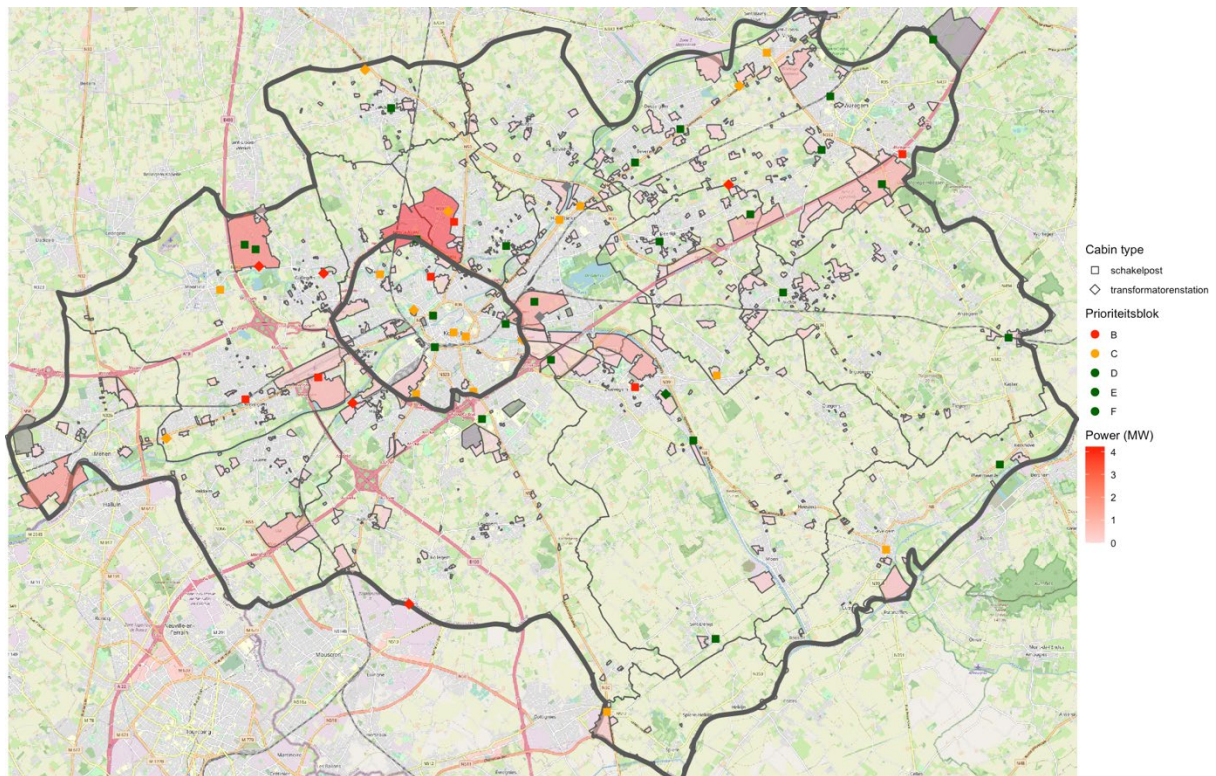
	N1 (BW+SW)	N2/N3	Opmerkingen
Depot laden %	50%	90%	Cfr benchmark Elaad.nl
Publiek laden binnen onderzoeksgebied %	27,6%	-	Cfr benchmark Elaad.nl
Privé laden binnen onderzoeksgebied %	22,4%	-	Cfr benchmark Elaad.nl
Laden buiten onderzoeksgebied	-	10%	Onderweg/ longhaul trips
Verbruik per km (kWh)	0,24	1,5	Gemiddelde waarden, zie opmerkingen in het rapport
Energievraag per jaar (kWh) - totaal	402.496	nvt	Voor N2/N3 is dit onthouden in gegevens hieronder
Energievraag per jaar (kWh) - publiek	111.089	nvt	
Energievraag per jaar (kWh) - privé	90.159	nvt	
Kilometers "Laden" Kortrijk (1 richting)	-	109.797.313	N2/N3 voor arrondissement Kortrijk
Kilometers "Laden" Kortrijk (h&terug)	-	192.145.298	x1,75
Energievraag per jaar (kWh) depot	201.248	259.597.400	Totaal voor arrondissement Kortrijk
Aantal bedrijfsterreinen	-	614	Die in aanmerking komen voor depot charging

De resulterende laadprognosekaart voor Kortrijk (Figuur 45) toont de locaties (zones) waar een energieverbruik op jaarbasis voor geïdentificeerd werd. **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**

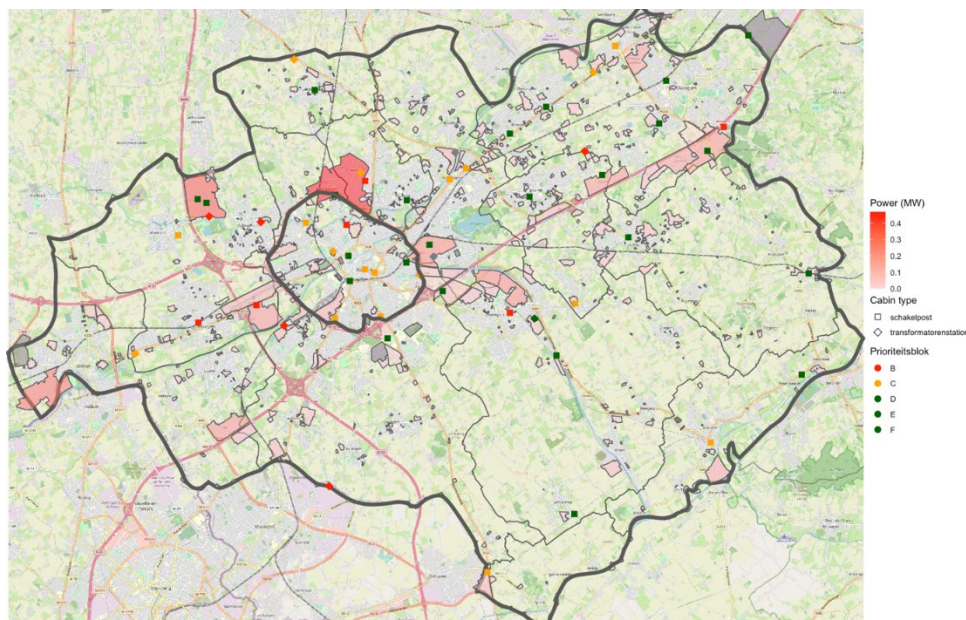


Figuur 45: Energievraag voor opladen in arrondissement Kortrijk (focus op bedrijfsterreinen)

Op basis van het veronderstelde vereenvoudigde laadprofiel, zie Figuur 34, wordt het vereiste vermogen "dag" en "nacht" laden berekend en gepresenteerd in de volgende twee figuren.



Figuur 46: Vermogensvraag "nacht" voor opladen in arrondissement Kortrijk



Figuur 47: Vermogensvraag "dag" voor opladen in arrondissement Kortrijk

Opschaling naar het Vlaams Gewest

Op basis van de berekeningen voor de drie onderzoeksteden en hun arrondissementen zijn dezelfde assumpties toegepast op de beschikbare gegevens van de dertien Vlaamse centrumsteden en hun arrondissementen. Op basis van de voertuigkilometers vermenigvuldigd met de factor (1,75 zie

eerdere bespreking van de Statbel gegevens) wordt het verbruik berekend volgens een ratio van 1,5 kWh per voertuigkilometer. 90% van het verbruik wordt toegewezen aan depot laden en 0,09% wordt toegevoegd voor N1 verbruik op basis van extrapolatie van de data van Antwerpen (zie eerder). Dit levert onderstaande totalen voor stedelijke distributie voor de arrondissementen van de dertien Vlaamse centrumsteden

Tabel 29: Prognose van totale energievraag voor het opladen van alle logistieke voertuigen (geschat) bij volledige elektrificatie.

Arrondissement van de centrumsteden	Voertuigkilometer (vkm) zonder factor	Totaal verbruik in MWh
Antwerpen	226.512.163	536.099
Gent	150.388.953	355.934
Aalst	52.388.953	123.918
Brugge	104.579.663	247.513
Turnhout	133.594.983	316.187
Sint-Niklaas	85.047.705	201.287
Leuven	94.557.177	223.794
Mechelen	89.390822	211.566
Oostende	24.615.473	58.259
Roeselare	65.982.057	156.163
Kortrijk	109.797.313	259.863
Hasselt	89.470.721	211.755
Totaal Vlaanderen	1.226.294.168	2.902.337

4.3.2 Handhavingsinfrastructuur

Naast laadinfrastructuur is er ook infrastructuur nodig voor de handhaving van het beleid inzake emissievrije stedelijke distributie. De handhavingsmaatregelen en bijhorende infrastructuur zijn afhankelijk van de genomen maatregelen. Het eindproduct om tot een emissievrije stedelijke distributie te komen is de invoering van een emissievrije zone voor goederenvervoer, dewelke in de literatuur vaak zero-emissie zone genoemd wordt. In Sectie 4.6 wordt dieper ingegaan op de emissievrije zone en de daaraan verbonden handhavingsvormen en vereiste infrastructuur. Er worden vier handhavingsvormen gedefinieerd:

- Fysieke vaststellers die geen vaste of grote infrastructuur vereisen.
- Fysieke toegangsbeperkingen vormen wel een investering in vaste infrastructuur. Het gaat hier vaak over verzinkbare palen.
- Automatische nummerplaatherkenning vereist een investering en installatie van een netwerk aan ANPR camera's die (mee)gericht zijn op de handhaving van de emissievrije zone.
- Geolocalisatie gaat uit van een controle en handhaving van de emissievrije zone aan de hand van een meetinstrument in het voertuig (zoals bijvoorbeeld de onboard unit voor de kilometerheffing) die toelaat om de chauffeur te waarschuwen bij het naderen van de emissievrije zone en de handhaver toelaat om op basis van het meetinstrument controles uit te voeren en sanctionering toe te passen.

De eerste drie handhavingsvormen zijn in investeringskost afhankelijk van de omvang van de emissievrije zone. Hoe groter de zone, hoe meer fysieke vaststellers, verzinkbare palen en/of ANPR camera's er nodig zullen zijn om de handhaving te garanderen.

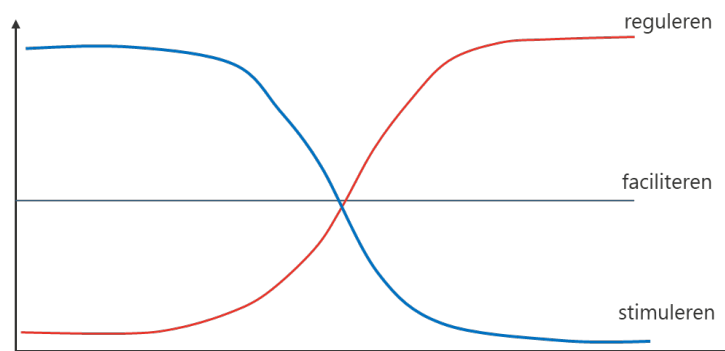
Naast de handhaving van een emissievrije zone is er ook flankerend beleid mogelijk waaraan infrastructuur vereisten verbonden kunnen zijn. Dit wordt eveneens uitgebreid behandeld in Sectie 4.6.

4.4 Maatregelen

De overheid, regionaal en lokaal, kan verschillende maatregelen nemen ter bevordering en implementatie van de transitie naar een emissievrije stedelijke distributie. Verder bouwend op de transitiecurve zoals weergegeven in figuur 1, kunnen de maatregelen en hun meest wenselijke invoeringsmoment geplot worden langsheen de transitiecurve. Er zijn drie categorieën van maatregelen:

- Regulerende maatregelen die beperkingen opleggen, tarieven opleggen, toegangsregels vastleggen.
- Faciliterende maatregelen die inzetten op logistieke operaties die een transitie vergemakkelijken, zoals consolidatie centra of cargofietsen.
- Stimulerende maatregelen gaan de aankoop en inzet van emissievrije voertuigen bevorderen door ondersteuning in bijvoorbeeld investeringen.

Doorheen de transitie is beginnen met stimulerende maatregelen het meest wenselijk. Zij lanceren de zogeheten take-off van de transitie. Actoren worden door de stimulus overgehaald om te investeren in emissievrije stedelijke distributie en wat daarvoor nodig is. Momenteel zit men in de transitie naar emissievrije stedelijke distributie in het begin, waardoor stimulerende maatregelen nog aan de orde zijn, voornamelijk voor de zwaardere wegvoertuigen en laadinfrastructuur. Doorheen de hele transitie zijn faciliterende maatregelen wenselijk. Regulerende maatregelen worden idealiter niet te vroeg in de transitie genomen, aangezien zij dan voor perverse effecten kunnen leiden indien de markt er nog niet klaar voor is. Ongewenste effecten als weerstand van actoren tot verschuivingen van geconsolideerde leveringen met vrachtwagens naar versnipperde maar emissievrije leveringen met bestelwagens. Hoewel de emissievrije doelstelling zo behaald wordt, zal de overlast veroorzaakt door de stedelijke distributie door het toegenomen aantal voertuigen en voertuigkilometers stijgen.



Figuur 48: Type maatregelen langsheen de transitiecurve

4.4.1 Stimulerende maatregelen

Stimulerende maatregelen kunnen zeer divers zijn van aard, gaande van financiële ondersteuning door middel van subsidies tot het opnemen van emissievrije vereisten in aanbestedingen. Onderstaand worden de verschillende stimulerende maatregelen ter bevordering van de emissievrije stedelijke distributie besproken. Stimulerende maatregelen zijn bij uitstek maatregelen die de transitie kunnen versnellen. Vooral met de ondersteuning van de aankoop van elektrische voertuigen, het gebruik van elektrische voertuigen en de (ondersteuning van de) uitbouw van de nodige laadinfrastructuur kan veel aan snelheid gewonnen worden op relatief korte termijn. Net hier bevindt de Vlaamse overheid zich in een belangrijke positie, en zal haar beleid bepalen of Vlaanderen een Europese koploper dan wel een volgende rol zal opnemen.



Figuur 49: Stimulerende maatregelen langsheen de transitiecurve

Green deal stedelijke logistiek

Inhoud: Een manier om verduurzaming in de logistiek te versnellen is om de early adaptors of actoren die zich willen engageren samen te brengen. Het samenbrengen van actoren heeft als voordeel dat er informatie uitgewisseld kan worden. Samen kan er nagedacht worden over duurzaamheidsoplossingen of het opzetten van piloten. Daarnaast draagt betrokkenheid van actoren bij tot het verminderen van de weerstand voor duurzame oplossingen.

In Vlaanderen en Brussel is er een Green deal stedelijke logistiek opgezet waar dergelijk overleg en vrijblijvend engagement wordt georganiseerd. Hun bestaan is echter onontbeerlijk voor de realisatie van de transitie naar een duurzaam goederenvervoersysteem.

Actoren: Deze maatregel betreft alle actoren.

Optimalisatie: Deze maatregel heeft betrekking op alle sectoren. Een directe impact van de Green Deal op broeikasgas- en luchtvervuilende emissies kan (nog) niet gekwantificeerd worden.

Kostprijs: Het huidige model kost ongeveer 60.000 euro per jaar. Andere werkwijzen kunnen een verschillend budget met zich meebrengen.

De maatregel is niet als dusdanig opgenomen in de ambitieniveau scenario's. De structuur van de Green Deal is immers reeds aanwezig. De structuur wordt wel gebruikt binnen de verdere implementatie van een kader in Luik 2 van de studie.

Lokale engagementsverklaringen

Inhoud: In Mechelen is de overlegstructuur tussen de stad en de actoren gegoten in een convenant voor goederenvervoer. In het convenant engageren alle actoren zich om hun deel van de afspraak na te komen. Deze engagements dienen ook gerealiseerd te worden.

Actoren: Deze maatregel betreft alle actoren.

Optimalisatie: Deze maatregel heeft betrekking op alle sectoren. De impact van het convenant is nog niet berekend, maar het spreekt voor zich dat deze op lokale schaal een positief effect heeft op de uitstoot. Op regionale schaal kan er momenteel geen uitspraak gedaan worden, en is een overkoepelend kader dat het onderwerp van deze studie vormt aangewezen.

Kostprijs: Hiervoor kon geen budget voor verkregen. In grootorde zou dit overeen moeten komen met de Green Deal stedelijke logistiek.

De maatregel is niet als dusdanig opgenomen in de ambitieniveau scenario's omdat de studie een overkoepelend kader als onderwerp heeft. Dit kader maakt lokale engagementsverklaringen idealiter overbodig.

Emissie-arm of emissievrij certificaat

Inhoud: Een andere manier om verduurzaming te versnellen is om de early adaptors te belonen met zichtbaarheid of erkenning. Dit kan door middel van een certificaat of overeenkomst.

Een instrument dat al jaren bestaat in Vlaanderen is het Lean & Green certificaat. Dit wordt overhandigd aan bedrijven die de CO₂ uitstoot van (een aanzienlijk deel van hun) logistieke activiteit willen reduceren met 20% in de vijf jaren volgend op de aanvraag. In totaal hebben 81 bedrijven dit ondertussen gedaan. Indien de bedrijven de reductie binnen de 5 jaar ook daadwerkelijk realiseren, dan verkrijgen ze een Lean & Green Star certificaat. 23 bedrijven slaagden daar tot dus ver in. Het Lean & Green certificaat zet niet specifiek in op stedelijke distributie.

Actoren: Deze maatregel zet hoofdzakelijk in op de logistieke dienstverleners.

Optimalisatie: Deze maatregel heeft betrekking op alle sectoren. De manier waarop de impact op emissie-reducties gerealiseerd werd varieert sterk (tussen de V's vermelden, vermijden, vergroenen, verschuiven). De reductie zelf voor de 81 bedrijven kan ingeschat worden op 6% (ervan uitgaande dat de bedrijven die geen star dossier aanvroegen, ook geen reducties realiseerden). De impact op luchtvervuiling zal op basis van een kwalitatieve analyse positief zijn, maar aanzienlijk kleiner dan 6%, gezien er in Lean & Green ook warehousing in scope zit en sommige maatregelen enkel een effect hebben op CO₂.

Kostprijs: beperkt tot begeleiding en evaluatie (grootorde een paar personendagen per dossier)

De maatregel is niet opgenomen in de ambitieniveau scenario's. Het is weinig wenselijk om een aanvullend certificaat in te voeren voor emissie-arme of emissievrije stedelijke distributie. Het zal de transitie niet significant versnellen.

Ecodriving

Inhoud: De chauffeur draagt zelf ook een verantwoordelijkheid. Zijn/haar (rij)gedrag heeft een significante impact op het brandstofgebruik en bijgevolg op de emissies. Bij gekoeld transport kan ook bewustwording en gedragsverandering bij het open laten van de laadruimte voor significante reducties zorgen.

Actoren: Deze maatregel zet hoofdzakelijk in op de logistieke dienstverleners. Overheden kunnen opleidingen organiseren, ondersteunen of zelfs verplichten.

Optimalisatie: Deze maatregel heeft betrekking op alle sectoren. Het reductiepotentieel in emissies van ecodriving varieert sterk naargelang de chauffeur en termijn na cursus. De grootste reductie worden meteen na het volgen van de cursus vastgesteld. Na een langere periode wordt het reductiepotentieel met een factor 3 verkleind. In de literatuur varieert de besparing tussen 4% en 40% (Yuan et al., 2022).

Kostprijs: De prijzen voor chauffeurs variëren naargelang onderwijs duur en individueel of groepstarieven. Een richtprijs van 200€ kan als minimum worden. Dit budget is voor de transportonderneming, dewelke de investering gemakkelijk terugverdient dankzij de brandstof besparing.

De maatregel is niet opgenomen in de ambitieniveau scenario's. Het aangepast rijgedrag en gedrag bij bijvoorbeeld het open laten van de laadruimte is in de eerste plaats voordelig voor de logistieke dienstverlener zelf. Er wordt daarom uitgegaan dat zij dat zelf dergelijke opleidingen organiseren en aanraden of verplichten.

Ondersteunen van de aankoop van emissievrije voertuigen

Inhoud: Batterij elektrische goederenvoertuigen zijn momenteel in aankoop en in gebruik (TCO) nog duurder dan de diesel variant. Voor bestelwagens evolueert de TCO naar een kostenpariteit tegen 2026. Een ondersteuning van de aankoop van een emissievrij voertuig kan de transitie in grote mate versnellen.

Momenteel bestaat er in Vlaanderen de *Ecologiepremie+* voor ondernemingen die investeren in elektrisch aangedreven vrachtwagens. In buurlanden zoals Duitsland bestaan soortgelijke maatregelen. Eens de premie het verschil in de TCO kan overbruggen en de prijs van aankoop significant kan reduceren, zal de transitie zich snel doorzetten. Momenteel is dat nog niet het geval voor zwaardere wegvoertuigen (N2 en N3), waarvoor de *Ecologiepremie+* van toepassing is. Voor bestelwagens is het verschil veel kleiner, en kan de premie op zeer korte termijn een grote impact hebben (Lebeau et al., 2019). De huidige premie is echter niet van toepassing op bestelwagens.

Actoren: Deze maatregel wordt genomen door de regionale overheid.

Optimalisatie: Deze maatregel heeft betrekking op alle sectoren. De impact van deze maatregel op luchtvervuilende- en broeikasgasemissies is verbonden aan het aantal conventionele voertuigen die door de maatregel (versneld) vervangen worden door emissievrije voertuigen, de omvang van deze voertuigen en de mate waarin ze gebruikt worden. In Sectie 5 van dit onderzoeksrapport wordt een kwantificatie van de emissiereducties van deze maatregel – in combinatie met andere maatregelen – gepresenteerd.

Kostprijs: De kostprijs van deze maatregel bedraagt 55,1 miljoen euro om het TCO verschil per gereden kilometer van de stedelijke distributievloot tussen vandaag en 2029 te overbruggen. Vanaf 2029 zou de kostenpariteit bereikt worden, en is een ondersteuning van emissievrije voertuigen in principe niet meer nodig. Noteer dat dit bedrag dus betrekking heeft op de hele ownership periode en dus de initiële aankoopprijs over deze periode verspreidt.

De maatregel is opgenomen in de ambitieniveau scenario's.

Ondersteunen van het gebruik van emissievrije voertuigen

Inhoud: Batterij elektrische goederen voertuigen zijn momenteel vanuit een TCO perspectief nog duurder dan hun diesel variant. Het reduceren van de gebruikskosten kan het verschil reduceren. Dat dit een significante versnelling kan betekenen werd reeds duidelijk bij de invoering van de huidige kilometerheffing die rekening houdt met de euro-norm. Men zag een versnelde vernieuwing van de vloot na invoering (Viapass, 2019).

- Een afschaffing van de professionele diesel voor het goederenvervoer zal het voordeel voor deze voertuigen op elektrisch aangedreven voertuigen doen afnemen. Een financiële vertaling per kilometer van de afschaffing van deze fiscale gunstmaatregel is niet zo eenvoudig, aangezien het brandstofverbruik per kilometer en per voertuigtype niet constant is. In grootorde wordt deze ingeschat op 10% van de kost per kilometer.
- Vrijstelling van betalen van huidige kilometerheffing voor batterij elektrische voertuigen. In het Vlaams Klimaatplan staat dat Vlaanderen de mogelijkheden die de Europese Tolrichtlijn biedt om emissievrij vrachtvervoer tijdelijk (5 jaar) fiscaal te bevoordelen via een vrijstelling op de kilometerheffing zal gebruiken.
- Daarnaast stelt het Vlaams Klimaatplan dat de mogelijkheden voor een maximale differentiatie in functie van de milieu- en CO₂ uitstoot van alle voertuigen waarop een kilometerheffing geldt onderzocht zal worden. Dit zodat de heffing een sturend effect heeft. Een CO₂-differentiatie in de kilometerheffing komt neer op de CO₂ bijdrage. Dit verschilt van de vrijstelling, aangezien de monetaire impact van de CO₂ uitstoot niet één-op-één overeenkomt met het huidige kilometerheffingstarief.

Actoren: Deze maatregel wordt genomen door de regionale overheid.

Optimalisatie: Deze maatregel heeft betrekking op alle sectoren. De impact op emissiereducties wordt ingeschat op:

- afschaffing van de professionele diesel voor het goederenvervoer: van Lier et al. (2019) becijferden de impact van een afschaffing op de CO₂ uitstoot neerkomt op 7% in 2030 ten opzichte van 2013.
- Differentiatie van kilometerheffing i.f.v. de milieu- en CO₂ uitstoot werd door van Lier et al. (2019) ingeschat op een emissiereductie van 3,1% in 2030 ten opzichte van 2013.

De impact op luchtvervuilende- en broeikasgasemissies is - net zoals bij de ondersteuning van de aankoop van emissievrije voertuigen - verbonden aan het aantal conventionele voertuigen die door de maatregel (versneld) vervangen worden door emissievrije voertuigen, de omvang van deze voertuigen en de mate waarin ze gebruikt worden. In Sectie 5 van dit onderzoeksrapport wordt een kwantificatie van de emissiereducties van deze maatregel – in combinatie met andere maatregelen – gepresenteerd.

Kostprijs: De afschaffing van de ondersteuning is kostenbesparend (kostprijs in 2020 bedroeg 914 miljoen euro). Een differentiatie en/of vrijstelling van de kilometerheffing zou relatief goedkoop gerealiseerd kunnen worden, gezien het systeem al operationeel is.

De integratie van de CO₂ uitstoot in de kilometerheffing en vrijstelling voor elektrische voertuigen zijn opgenomen in de ambitieniveau scenario's. Deze maatregelen kunnen niet specifiek voor de stedelijke distributie worden ingevoerd.

Ondersteunen laadinfrastructuur

Inhoud: De beschikbaarheid van voldoende en betaalbare laadinfrastructuur is een vereiste voor de transitie naar een emissievrije stedelijke logistiek. Momenteel is deze infrastructuur nog onvoldoende aanwezig. Er dient dringend werk gemaakt te worden van een uitbouw van laadinfrastructuur voor goederenvervoer, en vrachtwagens in het bijzonder (PWC, 2022). Momenteel heeft de Vlaamse overheid een project lopen voor de uitbouw van (semi-)publieke & niet publieke laadinfrastructuur voor hoog vermogen voor elektrische vrachtwagens. De maximale subsidie per project bedraagt 300.000 euro. Daarmee kunnen investeringen worden vergoed voor de plaatsing en slimme aansluiting van laadinfrastructuur en dit aan 20% van de kosten met een maximum van 1.000 euro per gerealiseerde charge point equivalent (CPE).

Actoren: Deze maatregel vereist een combinatie van de regionale overheid, logistieke dienstverleners en de beheerder van het elektriciteitsnetwerk.

Optimalisatie: Dit is van toepassing op alle sectoren, maar is het meest relevant voor bedrijven die over een depot-locatie beschikken. Opnieuw is de impact op emissies afhankelijk van het aantal conventionele voertuigen die door de maatregel (versneld) vervangen worden door emissievrije voertuigen, de omvang van deze voertuigen en de mate waarin ze gebruikt worden.

Kostprijs: In de studie gaat PWC ervan uit dat een dergelijk publiek laadpunt een kostprijs heeft van 8,5 miljoen euro. De kostprijs varieert sterk volgens type lader. Binnen het kader van de studie werd de laadvraag in kaart gebracht.

De maatregel is opgenomen in de ambitieniveau scenario's volgens de resultaten van het onderzoek (Sectie 4.3).

4.4.2 Faciliterende maatregelen

Faciliterende maatregelen zijn nuttig doorheen de hele transitie. De samenstelling van de maatregelen is heel divers. De concretisering van de faciliterende maatregelen is terug te vinden in onderstaande kaders. Faciliterende maatregelen zijn ondersteunend en kunnen de snelheid van de transitie vanuit die rol beïnvloeden.



Figuur 50: Faciliterende maatregelen langsheen de transitiecurve

Standaardisatie

Inhoud: Een transitie vereist een investering van verschillende actoren. De toepassingsmogelijkheden vergroten bij uniformiteit. Dit betreft een standaardisatie in:

- Laadinfrastructuur
- Lokale regelgeving inzake emissievrije stedelijke distributie

Actoren: Deze maatregel betreft alle actoren.

Optimalisatie: Een directe impact van standaardisatie op broeikasgas- en luchtvervuilende emissies kan (nog) niet gekwantificeerd worden.

Kostprijs: Het invoeren van standaarden inzake laadinfrastructuur en lokale regelgeving vereist geen specifiek budget.

De maatregel is niet als dusdanig opgenomen in de ambitieniveau scenario's. Het kader dat het onderwerp vormt van deze studie heeft wel als doel om een uniform beleid inzake emissievrije stedelijke distributie te creëren.

Cargofietsen

Inhoud: Naast batterij elektrische voertuigen zijn er ook andere emissievrije transportmogelijkheden. Cargofietsen zijn er daar één van. De cargofietsen is een wendbare en actieve elektrisch ondersteunde transportvorm met een laadgewicht tot 350 kilogram. De cargofietsen zijn geschikt voor postdistributie, maaltijdbezorging, pakket-service en voor leveranciers van diensten waarbij weinig materiaal nodig is.

Een studie in Nederland (Van Amstel et al., 2018) schat in dat 20% van de bestelwagenbewegingen vervangen kunnen worden door cargofietsen. Een dergelijke verschuiving zou voor een groot aantal cargofietsen en cargofietsbewegingen zorgen, waarvoor de Belgische transport infrastructuur niet klaar is. Daarom is aanvullend lokaal ondersteunend beleid nodig dat kan bestaan uit:

- Voorzien van fietsinfrastructuur
- Voorzien van microhub locaties
- Invoeren van autoluwe zones

Actoren: Deze maatregel omvat logistieke dienstverleners en lokale overheid

Optimalisatie: Deze maatregel heeft enkel betrekking op de sectoren waar bestelwagens gebruikt worden. Deze zijn in de eerste plaats – op basis van Sectie 3 – de bouwsector (Brusselaers et al., 2023), service logistiek, e-commerce en retail non-food.

Een verschuiving van 20% van bestelwagens naar cargofietsen (Van Amstel et al., 2018) zou vertaald naar België resulteren in een reductie van de totale transport-gerelateerde CO₂ uitstoot met 2,2% tegen 2030.

Kostprijs: Zonder de wenselijkheid en de effectiviteit van het invoeren van fietsinfrastructuur en/of autoluwe zones in twijfel te trekken, gaat de implementatie gepaard met een uitgebreid proces en budget. Er dient onder meer rekening gehouden te worden met de mobiliteit van verschillende groepen (en personen met beperkte mobiliteit), veranderingen in de openbare ruimte (en bijhorende procedures, kosten en weerstand), handhaving (vergelijkbaar met invoering van emissievrije zone) etc. Een onderbouwde kosten inschatting valt bijgevolg ver buiten de scope van deze studie.

Het voorzien van (micro)hubs wordt in de volgende maatregel beschreven.

De maatregel is niet opgenomen in de ambitieniveau scenario's, omdat de ontwikkeling van fietsinfrastructuur in de binnenstad door het ruimtegebrek in het centrum ten koste gaat van ruimte voor de wagen. Ook autoluwe zones grijpen in op het personenverkeer. Bijgevolg dient dit ruimer (te ruim voor het bereik van deze studie) bekeken te worden. Des te meer omdat dergelijke maatregelen in het verleden publiek en politiek gevoelig bleken.

Stedelijk consolidatie centrum

Inhoud: Consolidatie laat toe om transporten te bundelen, van transport modus te veranderen, eventueel aan stockage te doen en toegevoegde waarde te creëren. Consolidatie tussen verschillende retailers en/of logistieke dienstverleners vormt de grote uitdaging omdat daar informatie, systemen en kosten en baten gedeeld moeten worden. Het potentieel is echter groot, met een huidige gemiddelde beladingsgraad van wegvoertuigen tussen 33 en 43% (Brusselaers et al., 2022). Dit cijfer is gebaseerd op eigen berekeningen ondersteund op COPERT, Europese Commissie cijfers die onderscheid maken naar type voertuig, niet naar type toepassing zoals stedelijke distributie. De cijfers werden gevalideerd door de case van het Brussels Constructie Consolidatie Centrum voor bouwmaterialen.

Er bestaan (in Vlaanderen) veel voorbeelden van stedelijke consolidatie centra, zoals CULT in Antwerpen en Gent Levert. De meeste stedelijke consolidatiecentra worden privaat beheerd, maar krijgen zeker in het begin steun van de lokale overheid. Soms worden ook lokale voordelen (bijvoorbeeld rond toegang) verbonden aan het gebruik van het stedelijk consolidatiecentrum, evenals voorwaarden zoals het gebruik van elektrische voertuigen of cargofietsen. De locatie van

het consolidatiecentrum is heel belangrijk, waarbij bereikbaarheid voor aanvoer mee in rekening gebracht moet worden.

Actoren: Deze maatregel omvat logistieke dienstverleners en lokale overheid

Optimalisatie: Stedelijke consolidatiecentra zijn alleen nuttig indien ze tot bundeling leiden en desbetreffend voertuigkilometers uitsparen en de beladingsgraad doen stijgen. Voor transporten die geen verdere bundeling toelaten – volle voertuigen – hebben consolidatiecentra geen toegevoegde waarde. Twee sectoren worden in steden gekenmerkt door reeds hoge beladingsgraden. Dat zijn e-commerce (de grote pakket operatoren die instaan voor het leeuwendeel van het transport en volume. Noteer dat deze in rurale gebieden een lagere beladingsgraad hebben) en de retail food (supermarkt leveringen). De andere sectoren kunnen baat hebben bij stedelijke consolidatiecentra – en in het bijzonder de sectoren die gekenmerkt worden door plaatsgebrek op locatie van activiteit (horeca, bouw, etc.).

De impact verschilt sterk tussen de verschillende initiatieven (CO₂ en luchtvervuilende pollutant reducties van 30 tot 90%), afhankelijk van de mate waarin er gebundeld kan worden en de inzet van duurzame voertuigen. Het effect op luchtvervuiling is rechtstreeks evenredig aan het aantal uitgespaarde voertuigkilometers.

Kostprijs: De meeste stedelijke consolidatiecentra worden privaat beheerd, maar hebben initiële financiële steun nodig van de overheid. Gebaseerd op consolidatiecentra in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest kan gesteld worden dat een budget tussen één en anderhalf miljoen euro voorzien dient te worden in de eerste vijf jaar van het consolidatie centrum. De steun kan doorheen deze vijf jaar gradueel afgebouwd worden.

De maatregel is opgenomen in de ambitieniveau scenario's.

Intermodaal vervoer (binnenvaart en spoor)

Inhoud: Binnenvaart en spoorvervoer zijn over het algemeen duurzamer dan wegvervoer. Dit deels door de schaalvoordelen die ze kunnen creëren. Daarnaast is hun netwerk minder belast met congestie. Elektrisch aangedreven spoorvervoer kan – naar analogie met batterij elektrische voertuigen – als emissievrij beschouwd worden (tank to wheel perspectief). Binnenvaart wordt geconfronteerd met een relatief hoge uitstoot van luchtpolluenten.

De meeste Vlaamse centrumsteden zijn ontsloten via spoor en binnenvaart. Er is dus de mogelijkheid om over te schakelen naar deze modi. De additionele handelingen die daarmee gepaard gaan komen met additionele kosten, dewelke op hun beurt opgevangen dienen te worden door een zekere afstand per schip of trein (waar schaalvoordelen voor kostenreducties zorgen). Deze afstand is vaak te lang om een inzet voor stedelijke distributie te verantwoorden. Er zijn uitzonderingen, zoals het Brussels Construction Consolidation Center (BCCC), die aantonen dat er mogelijkheden zijn. Dergelijke kansen dienen aangeboord te blijven worden. De succesfactoren zijn het beheer van het centrum door logistiek bedrijf, een tijdelijke subsidie die toelaat om het initieel verlies door gebrek aan volume te overbruggen, het betrekken van de verschillende actoren en ondersteuning van de lokale overheid.

Actoren: Deze maatregel omvat logistieke dienstverleners, spoor en waterwegbeheerders, verzenders en ontvangers

Optimalisatie: Deze maatregel is nuttig voor sectoren die gebruik maken van standaard laadeenheden (pallet, container) of die verantwoordelijk zijn voor grote volumes aan bulkgoederen. De meest in het oog springende sector die hieraan voldoet is de bouw. Andere sectoren zijn minder voor de hand liggend, al zijn er buitenlandse voorbeelden van intermodale stedelijke leveringen in de horeca, retail food en e-commerce.

De impact op emissies van intermodaal vervoer is tweezijdig. Spoor en binnenvaart produceren per tonkilometer heel wat minder CO₂ dan wegvervoer. En hoewel de af te leggen afstand van intermodale trajecten vaak langer is dan die van wegvervoer, weegt de CO₂ emissiereductie van intermodaal vervoer zwaarder door. Voor luchtvervuilende emissies scoort binnenvaart minder goed dan moderne vrachtwagens. De daadwerkelijk impact dient berekend te worden op trajectniveau.

Kostprijs: Voor binnenvaart wordt vertrokken van de geplande infrastructuraanpassingen gegeven in het Masterplan 2020. Deze komen overeen met een investering van 3 miljard euro.

Wat spoorwegen betreft worden de geplande infrastructuraanpassingen gebaseerd op het Strategisch Meerjareninvesteringsplan 2018-2031 voor het spoor en het recente Meerjareninvesteringsplan voor de periode 2023-2032 (Infrabel & NMBS, 2022). Daarbij is het niet evident om te bepalen in welke mate deze investeringen in infrastructuur specifiek het goederenvervoer ten goede komen. Het budget wordt geraamd op € 4,3 miljard.

Noteer dat deze investeringskosten nauwelijks toegeschreven kunnen aan stedelijke distributie.

De maatregel is niet opgenomen in de ambitieniveau scenario's, gezien de toepassing beperkt is tot zeer specifieke cases.

Publieke emissievrije vloot

Inhoud: De overheid en lokale overheden organiseren zelf goederenvervoer op hun grondgebied. Denk aan de groendienst, transport van goederen tussen en naar administraties en de afvalophaling. De overheid kan hierin een voorbeeldrol opnemen door haar eigen vloot emissievrij te maken, en daar idealiter voor de nodige laadinfrastructuur voor te voorzien. Volgens de DPCL analyse vertegenwoordigen deze stromen een aandeel van 15% van het aantal voertuigkilometers. De CO₂ reductie kan volgens diezelfde analyse zelfs oplopen tot 20% van de totale uitstoot van het goederenvervoer in de stad.

Actoren: Deze maatregel heeft enkel betrekking op de lokale overheid.

Optimalisatie: De maatregel is alleen van toepassing op afvalophaling sector binnen de scope van deze studie. De impact op luchtvervuilende- en broeikasgasemissies bedraagt 80 kilogram fijn stof per jaar, 6 ton NO_x en 1.482 ton CO₂ voor alle centrumsteden.

Kostprijs: Het emissievrij maken van de voertuigvloot die wordt ingezet voor de publieke sector in de Vlaamse centrumsteden bedraagt 6,68 miljoen euro tussen vandaag en 2029. Daarna wordt de kostenpariteit tussen conventionele voertuigen en elektrische vrachtvoertuigen bereikt op basis van de TCO per kilometer over de hele periode van het ownership.

De maatregel is opgenomen in de ambitieniveau scenario's.

Laad- en losbeleid en parkeerbeleid aan laadpunten

Inhoud: Om de geplaatste (semi) publieke laadinfrastructuur optimaal te benutten, dienen enkel batterij elektrische voertuigen die aan het opladen zijn deze locaties te gebruiken. Om ervoor te zorgen dat dit het geval is, is een doordacht parkeerbeleid nodig. Hier wordt dieper op ingegaan in Sectie 4.6.3.

Daarnaast is bij een groei van fietslogistiek ook openbare ruimte nodig om deze fietsen tijdens levering correct en veilig te laten stationeren.

Actoren: Deze maatregel heeft enkel betrekking op de lokale overheid.

Optimalisatie: Deze maatregel heeft betrekking op alle sectoren die gebruikmaken van publieke laad- en losplaatsen en publieke laadpunten. Dit zijn voornamelijk de sectoren retail non-food, horeca, e-commerce, servicediensten en facilitaire leveringen. Leveringen voor retail voeding gebeuren meestal op de terreinen van het bedrijf. Afvalophaling parkeert niet tijdens de route en bij de bouwsector vinden de meeste leveringen plaats op de bouwterrein.

Het is niet mogelijk om de impact van deze maatregel op de emissies te kwantificeren.

Kostprijs: Dit vereist het plaatsen van borden (500 euro per stuk) en handhaving (fysieke handhaver 60.000 euro per handhaver)

De maatregel is niet opgenomen in de ambitieniveau scenario's.

Nachtleveringen

Inhoud: Er is een sterke overlap tussen de rijmomenten van goederenvervoer en personenmobiliteit. Dit zorgt ervoor dat het goederenvervoer eveneens sterk geconfronteerd wordt met congestie. In congestie omstandigheden ligt de uitstoot van een voertuig beduidend hoger. Hoe zwaarder het voertuig, hoe sterker dit ook speelt.

Actoren: Alle actoren dienen bij deze maatregel betrokken te worden.

Optimalisatie: Deze maatregel heeft betrekking op een beperkt aantal sectoren die toelaten om goederen veilig en in stilte te leveren. De sector die hiervoor geschikt is, is retail food (supermarkten).

Het verschuiven van transportbewegingen naar dal- en nachturen zorgt ervoor dat vrachtvoertuigen meer in free-flow omstandigheden kunnen bewegen, en zo reducties in luchtvervuilende pollutanten en CO₂ uitstoot kunnen realiseren. Enkel de externe kosten voor geluidsoverlast zijn significant hoger tijdens dal- en nachturen. Het is een afweging die gemaakt dient te worden, en in Vlaanderen onderzocht werd in de PIEK projecten. Onderzoek naar de duurzaamheidswinst van dal- en nachtleveringen aan Waalse supermarkten toont aan dat een verschuiving gepaard gaat met een reductie in externe congestiekosten van 39%. Dat leidt tot reducties in CO₂ en NO_x uitstoot van 28% en 30% in fijn stof uitstoot. De externe kost voor ongevallen en infrastructuur stijgt met 1% en de geluidsoverlastkosten met 15% (Mommens et al., 2018).

Kostprijs: Nachtleveringen vragen geen extra kosten voor de verschillende overheden. Voor logistieke dienstverleners vereist het echter een investering in geluidsarmer materiaal (bijvoorbeeld trailers) en een verhoogde personeelskost. Daartegenover staan kortere reistijden, efficiëntiewinsten bij laden en lossen en besparing op het brandstofverbruik (6,5%) (PIEK Vlaanderen, 2012). Deze baten wegen zwaarder door dan de kosten. Retailers kunnen investeren in omkapselde, beveiligde en/of geïsoleerde laad- en losplaatsen. Voor hen werd een tijdswinst verbonden aan laden en lossen vastgesteld van 25%. Dit weegt opnieuw zwaarder door dan de (vrijblijvende) kosten.

De maatregel is niet opgenomen in de ambitieniveau scenario's.

ERS

Inhoud: ERS of Electric Road Systems zorgt voor een dynamische krachtoverdracht naar elektrische vrachtwagens vanaf de wegen waarop ze rijden. Hierdoor kunnen de batterijen in deze voertuigen – en hun volume, kostprijs en gewicht – verminderd worden tot een minimum. Tegelijk kan er ook tijd voor het opladen van de batterijen bespaard worden, gezien de aanwezige batterijen kunnen opladen tijdens het rijden aan het ERS. Voor- en natransport in de stad kan op de batterij worden afgewerkt. Het potentieel van ERS wordt bevestigd in een studie uitgevoerd door Universiteit Antwerpen (UA) binnen het VIL project Logibat. De UA benadrukt daarin dat een internationaal netwerk het potentieel en gebruik van het systeem sterk zou vergroten. Het spreekt voor zich dat Vlaanderen de uitbouw van een dergelijk internationaal netwerk niet in de hand heeft. De UA werkt in de studie verschillende scenario's uit; gaande van een piloot opstelling naar een gehele invoering over het merendeel van de snelwegen in Vlaanderen. Het valt daarbij op dat de auteurs voorstellen om te beginnen met een opstelling op de Antwerpse ring, daarna de E17 en dan de Brusselse ring. Dit komt een emissievrije stedelijke distributie in Brussel, Gent en Antwerpen ten goede. Evenwel zal de implementatiekost op deze assen hoger zijn door de vele op- en afritcomplexen. ERS wordt operationeel haalbaar geacht tegen 2030, mits er spoedig gestart wordt met het plannen van de infrastructuraanpassingen. Voor de onderzochte stromen berekent de UA een CO₂ reductie van 69% (Aronietis en Vanelslander, 2021).

De al dan niet uitbouw van een ERS netwerk dient los te staan van de realisering van de transitie naar een emissievrije stedelijke distributie. Het dient in geen geval een voorwaarde te vormen. Het kan echter wel voor een deel van de zware vrachtvoertuigen die de stad in moeten een ondersteuning zijn (onder meer laadzekerheid).

Actoren: Deze maatregel ligt bij de overheden (regionaal tot Europees).

Optimalisatie: ERS is in de context van emissievrije stedelijk distributie enkel relevant voor de transporten die langsheen een met ERS uitgeruste snelweg passeren. Dit geldt voor een deel van de stromen van de sectoren: bouw, retail food en retail non-food.

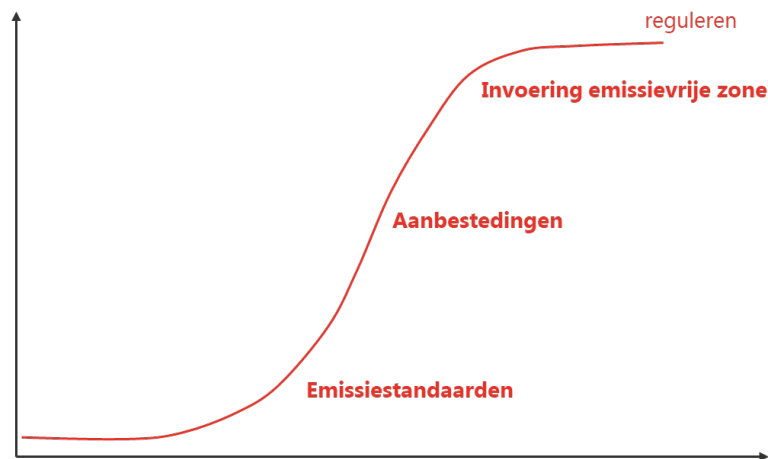
De reducties in emissies zijn evenredig aan de verschuiving in het gebruik van conventionele vrachtvoertuigen naar elektrische voertuigen die gebruikmaken van het ERS systeem. Dat aantal is afhankelijk van de omvang van het ERS netwerk. Voor de onderzochte stromen berekent de UA een CO₂ reductie van 69% (Aronietis en Vanelslander, 2021).

Kostprijs: Afhankelijk van de opstelling (pilootopstelling tot gehele invoering op merendeel van snelwegen in Vlaanderen) varieert het budget tussen 100 miljoen euro tot 1,9 miljard euro (Aronietis en Vanelslander, 2021).

De maatregel is opgenomen in de ambitieniveau scenario's.

4.4.3 Regulerende maatregelen

Regulerende maatregelen worden beter genomen eens de transitie aan het versnellen is (acceleratie fase). Er worden drie regulerende maatregelen geïdentificeerd. Ten eerste zijn er de emissienormen die door de Europese Commissie opgelegd worden aan de verschillende goederenvervoer voertuigen. Als tweede regulerende maatregel zijn er aanbestedingsvoorwaarden die de overheid kan opleggen. Tot slot is er de invoering van toegangsbeperkingen of een emissievrije zone, die pas nut heeft indien er voldoende emissievrije voertuigen en de nodige laadinfrastructuur beschikbaar zijn.



Figuur 51: regulerende maatregelen langsheen de transitiecurve

Emissienormen

Inhoud: De Europese Commissie legt emissienormen op voor de nieuw verkochte transport voertuigen. Via Verordening (EG) nr. 443/2009 en Verordening (EU) nr. 510/2011 werden in de EU reeds beperkingen aan de CO₂ uitstoot van personenwagens en bestelwagens vastgelegd. Daar werden recent emissienormen voor zwaar wegvervoer aan toegevoegd. Deze werden voor bestelwagens vastgelegd op:

- -15% in CO₂ uitstoot vanaf 2025 ten opzichte van 2021
- 50% in CO₂ uitstoot vanaf 2030 ten opzichte van 2021
- -100% in CO₂ uitstoot vanaf 2035 ten opzichte van 2021

en voor N2 en N3 voertuigen:

- -15% in CO₂ uitstoot vanaf 2025 ten opzichte van 2019
- -30% in CO₂ uitstoot vanaf 2030 ten opzichte van 2019
-

Actoren: Producenten van voertuigen.

Optimalisatie: De emissienormen zijn van toepassing op alle sectoren, en alle type wegvoertuigen (weliswaar via verschillende verordeningen). De implementatie van de emissiestandaarden zorgt voor een CO₂ en luchtvervuilende emissiereductie van 12% in 2030 en 66% in 2040.

Kostprijs: Aan de maatregel zijn geen specifieke kosten verbonden voor de overheid. Het verplicht de voertuigproducenten om emissievrije voertuigen aan te bieden en transportondernemingen om deze aan te kopen. Hier is wel een kost aan verbonden die reeds werd opgenomen in de maatregel 'ondersteunen van aankoop van emissievrije voertuigen' en de financiële impact wordt ook verder behandeld in Sectie 5.

De maatregel is niet als dusdanig opgenomen in de ambitieniveau scenario's. Er is wel rekening mee gehouden als vastgelegd beleid.

Aanbestedingen

Inhoud: De overheid is de beheerder van de openbare ruimte en infrastructuur, een uitgebreid gebouwen patrimonium en is verantwoordelijk voor allerhande faciliteiten waaronder ook sociale

woningbouw. Bijgevolg is de overheid zelf verantwoordelijk voor een ongedefinieerd groot aantal aanbestedingen waar logistieke bewegingen aan verbonden zijn. De overheid kan bijgevolg in haar aanbestedingsbeleid rekening houden met het al dan niet gebruiken van emissievrije logistieke oplossingen. Dit kan bijvoorbeeld door aanbestedingsvoorwaarden op te leggen die een bepaald aandeel emissievrije voertuigkilometers opleggen.
<u>Actoren</u> : Deze maatregel ligt uitsluitend bij de lokale en regionale overheid.
<u>Optimalisatie</u> : De aanbestedingen hebben enkel betrekking op een deel van de facilitaire leveringen en een deel van de bouw (openbare werven). De impact van de maatregel kan moeilijk berekend worden. Enerzijds is het aandeel van openbare aanbestedingen in de sectoren bouw en facilitaire leveringen niet te kwantificeren op basis van DPCL. De impact is dus een aandeel van de 464 kilogram fijn stof, 32 ton NO _x en 8.372 ton CO ₂ die beide sectoren samen jaarlijks in de dertien Vlaamse centrumsteden uitstoten. Noteer langs de andere kant dat de emissievrije aanbestedingsvoorwaarde wel een incentive zal zijn voor de transportondernemingen om emissievrije voertuigen aan te kopen. Bijgevolg zal hun gebruik niet gelimiteerd blijven tot de publieke sector.
<u>Kostprijs</u> : De kostprijs van het opnemen van de vereiste voor emissievrij transport is op zich kosteloos. Mogelijks vertaalt die vereiste zich wel in een meerkost, indien deze wordt doorgerekend. Deze meerkost is tijdelijk van aard aangezien emissievrij vervoer op termijn in TCO perspectief gelijk moet worden aan de conventionele voertuigen.
De maatregel is opgenomen in de ambitieniveau scenario's.

Emissievrije zone
<u>Inhoud</u> : De invoering van een emissievrije zone en daaraan verbonden beleid en handhaving vormt het sluitstuk om te komen tot een emissievrije stedelijke logistiek. Hier wordt dieper op ingegaan in de volgende Sectie (4.5).
<u>Actoren</u> : Alle actoren dienen hierbij betrokken te worden.
<u>Optimalisatie</u> : De emissienormen zijn van toepassing op alle sectoren. De impact van deze maatregel wordt uitgebreid beschreven in Sectie 5.
<u>Kostprijs</u> : De kostprijs van deze maatregel wordt reeds kort beschreven in Sectie 4.6 en uitgebreid beschreven in Sectie 5.
De maatregel is opgenomen in de ambitieniveau scenario's.

4.5 Emissievrije zone

Emissievrije stedelijke distributie wordt in de praktijk vaak gekoppeld aan de invoering van een zero-emissie zone. Dat is zichtbaar in Nederland waar op moment van schrijven 27 gemeenten hun akkoord gegeven hebben voor het invoeren van een zero-emissie zone. Zero-emissie zones (ZEZ) verbieden de toegang in stedelijke gebieden voor alle goederenvoertuigen met een verbrandingsmotor. De maatregel zorgt dat de CO₂ uitstoot drastisch vermindert. Tegelijk zorgt een ZEZ voor een betere luchtkwaliteit, minder geluidsoverlast en een betere leefomgeving in de zone (Clean Cities Campaign, 2022). In de roadmap voor het halen van de Vlaamse klimaatdoelstellingen voor het goederenvervoer is een emissievrije stedelijke distributie door invoering van een ZEZ geanalyseerd. Het is de maatregel met het grootste reductie potentieel (-9,9% in uitstoot van CO₂ ten opzichte van de business as usual in 2030). Er wordt daarbij uitgegaan dat ook het traject buiten de ZEZ eveneens emissievrij wordt afgelegd en dat de omvang van de zone overeenkomt met het volledige grondgebied van de Vlaamse centrumsteden (van Lier et al., 2019). De invoering en omvang van een ZEZ dient echter doordacht te gebeuren. Onderzoek voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest toont aan dat de transportvraag niet beantwoord kan worden indien een ZEZ ingevoerd wordt zonder flankerend beleid ter bevordering van de beschikbaarheid van voertuigen en laadinfrastructuur. Het resulteert in het opdelen van initieel geconsolideerde vrachten met zware vrachtwagens naar meerdere vrachten met kleinere emissievrije bestelwagens en lichte vrachtwagens. Bijgevolg stijgt het aantal ingezette voertuigen, het aantal afgelegde

voertuigkilometers en de daaraan verbonden impact, uitstoot en overlast (Mommens & Macharis, 2021b).

Op het moment van schrijven zijn er nog geen zero-emissie zones geïmplementeerd in Vlaanderen. Tegen 2035 zal dat wel het geval zijn voor personenwagens in Antwerpen, Gent en Brussel. Gent lanceerde in september 2023 het 'Plan Stedelijke Logistiek' om de logistiek in de binnenstad zoveel mogelijk emissievrij te laten verlopen tegen 2030. Lage emissie zones (LEZ) zijn momenteel wel al in Vlaanderen.

- In Antwerpen geldt de lage-emissiezone voor de hele Antwerpse binnenstad, binnen de Ring R1, en Linkeroever. Er is een beperking op de meest vervuilende voertuigen sinds 1 februari 2017, en deze geldt ook voor bestelwagens en vrachtwagens. De beperking geldt voor Euro 4-diesels, die een toelage betalen als ze deze zone betreden, en op alle modellen van Euro 3 of lager die verboden zijn in de zone. Voor benzine en CNG is er een verbod op Euro 1-wagens of oudere modellen. De normen zijn strenger voor diesel- dan voor benzinevoertuigen omdat deze meer roet en fijnstof uitstoten. Vanaf 2025 worden deze maatregelen verstrengd (Stad Antwerpen, z.d.).
- In Gent is de hele binnenstad, dit is het gebied binnen de R40, een lage-emissiezone. Er geldt een beperking voor de meest vervuilende voertuigen sinds 1 januari 2020, en geldt zowel voor personen- als goederenvervoer. Ook hier hangt de toegang af van de brandstof en euronorm van het voertuig. Dezelfde regels gelden hier als in Antwerpen. Een beperking geldt voor Euro 4-diesels, die toegang hebben na betaling, en alle Euro 3-voertuigen of lager zijn verboden. Voor benzine en CNG is er een verbod op Euro 1-wagens of oudere modellen. Vanaf 2025 worden ook in Gent de maatregelen verstrengd (Stad Gent, zonder datum).

Lage-emissiezones (LEZs) zijn één van de voornaamste beleidsmaatregelen voor schone lucht in Europese steden. In de Europese Unie hebben al 320 steden een lage-emissiezone geïmplementeerd, volgens cijfers van de European Clean Cities-campagne. Tussen 2019 en 2022 zijn lage-emissiezones met 40% gestegen, van 228 tot 320. Dat aantal zal nog toenemen naarmate de Europese Unie de strijd met het klimaat en luchtvervuiling blijft opvoeren. De maatregel beperkt de toegang van vervuilende voertuigen in stedelijke en/of dichte bevolkte gebieden. Het houdt rekening met de emissienormen van de individuele voertuigen en verbiedt de meest vervuilende voertuigen, door ze volledig te verbieden of door een toegangsprijs aan te rekenen. De meeste lage-emissiezones gelden 7 dagen op 7, 24 uur op 24 uur. In sommige gevallen (voornamelijk in Italië) gelden er tijdsloten (Clean Cities Campaign, 2022; Polis et al., 2020). De LEZ-regeling kan op verschillende manieren worden geïmplementeerd, afhankelijk van de ruimtelijke omvang, de gehanteerde handhaving en de gewenste voertuigtechnologie of emissienorm (Cruz & Montonen, 2016; Europese Commissie, 2014).

Het doel van LEZs zijn de verbetering van de luchtkwaliteit en de volksgezondheid. Hoewel de focus op luchtvervuiling ligt, kunnen en worden LEZs ook ingezet voor het reduceren van CO₂ uitstoot van transport. De positieve impact van lage-emissiezones kan worden waargenomen op de vermindering van de concentratie aan luchtvervuiling. Dit is vooral het geval bij de versnelling naar een moderner, minder vervuilend voertuigpark (Ezeah et al., 2015; Wackenier et al., 2020). Echter vertaalt zich dit niet altijd naar een betere algemene luchtkwaliteit in zijn geheel. Eén van de belangrijkste reboundeffecten is het gebruik van een ouder wagenpark buiten de omtrek van de LEZ. Voertuig-exploitanten of logistieke dienstverleners kiezen om de LEZ te vermijden en dus wordt er een potentieel verhoogde lucht verontreinigingsniveaus waargenomen buiten de LEZ. Een voorbeeld uit Londen toont een jaarlijkse PM10 stijging van 1.9% buiten de LEZ (Ellison et al., 2013). De evaluatie van de LEZ in Vlaanderen tonen evenwel geen reboundeffect. Desalniettemin dient de invoering van een LEZ of ZEZ ook in Vlaanderen gekoppeld te worden aan flankerend beleid inzake voertuig beschikbaarheid en laadinfrastructuur, zodat verschuiven van uitstoot maximaal vermeden wordt. De implementatie van een zero-emissiezone wordt in onderzoek regelmatig gekoppeld aan het gebruik van stedelijke consolidatiecentra (UCC) om de verschuiving naar emissievrije voertuigen te stimuleren. In Rotterdam wijzen simulaties van een ZEZ in combinatie met UCC's op een drastische vermindering van de uitstoot door vrachtwagens binnen de ZEZ met 90%. Op regionaal niveau (en

buiten de ZEZ) was de gemeten reductie echter verwaarloosbaar, wat erop wijst dat er meer maatregelen moeten worden genomen (de Bok et al., 2021). Dankzij de verbeterde consolidatiemogelijkheden worden de logistieke efficiëntie verbeterd en de congestie en het aantal lege ritten gereduceerd (de Bok et al., 2022). De ZEZ is dus tevens een stimulans voor minder voertuigbewegingen en slimmere logistiek, dewelke leiden tot minder congestie. Logistieke bedrijven zullen hun logistieke processen moeten herorganiseren, hun goederen moeten bundelen en andere voertuigkeuzes moeten maken.

Momenteel zijn er 35 ZEZs bevestigd voor implementatie in Europa. In 9 steden betreft het ZEZ voor zowel personen- als goederenvervoer. De rest van de ZEZs zullen enkel voor goederenvervoer gelden (Clean Cities Campaign, 2022). Afgelopen jaren zijn er al enkele pilootprojecten voor de invoering van een ZEZ opgezet geweest (zoals in Rotterdam (2015), Shenzhen (2018), Santa Monica (2021) en Oxford (2022)), waarvan enkele nog steeds lopen. Enkel in Oxford is de ZEZ voor personen- en goederenvervoer, de rest van de pilootprojecten gelden enkel voor goederenvervoer. De omvang van de ZEZ hangt af van stad tot stad:, bij de ene is het project ingevoerd op een straat, bij de andere op een hele zone (City of Santa Monica, z.d.; Gemeente Rotterdam, z.d.; Oxfordshire County Council, z.d.; Shenzhen Public Security Bureau, z.d.). Hoe groter de omvang van de ZEZ, hoe gunstiger de kosten-baten verhouding. Een grotere ZEZ heeft een beperkte toename in investeringskost voor de steden, maar een groter effect op het milieu en klimaat. Om uit te maken hoe groot de zone moet zijn is het belangrijk om te kijken waar de logistieke stromen zitten in de stad (Sectie 3).

4.6 Handhaving

Overeenkomstig de “Nota aan de Vlaamse regering betreffende Emissievrije stedelijke distributie” zal er een decretaal kader worden uitgewerkt met overkoepelende regelgeving (dat op 1 januari 2025 gestemd zal worden) teneinde deze invoering van emissievrije stadsdistributie te faciliteren. Aansluiting zou gezocht worden bij de huidige regelgeving inzake lage emissiezones (waarin er is voorzien in een centrale rol voor de (lokale) steden en gemeenten). Op deze weg naar emissievrije stadsdistributie liggen er echter nog een aantal obstakels: benevens de aannahme van een regelgevend kader, zal de invoering van emissievrije stadsdistributie ook gerichte controle en handhaving vereisen, die -idealiter- voldoende kan inspelen op een eventueel onderscheid in voertuigcategorieën, op het toenemende gebruik van hybride voertuigen alsook eventuele overgangsmaatregelen die zouden geïnstalleerd worden.

De “Nota aan de Vlaamse regering betreffende Emissievrije stedelijke distributie” zelf schuift 2 (handhavings-)methodes naar voren:

- handhaving op basis van nummerplaatcontrole (ANPR)
- handhaving door middel van toegangsvergunningen (bv. verzinkbare palen).

Aanvullend kan er echter ook gedacht worden aan handhaving via fysieke controles (bv. vaststellende ambtenaren) en handhaving op basis van geolokalisatie (bv. On Board Units (OBU)), eventuele mogelijkheden voor flankerende handhavingsmethodes nog buiten beschouwing gelaten.

Als uitgangspunt voor de juridische vormgeving van de emissievrije stedelijke distributie wordt aangenomen dat de (Vlaamse) regeling inzake emissievrije stadsdistributie in beginsel op eenzelfde leest zal geschoeid worden als de huidige regelgeving inzake lage emissiezones. Zodat de emissievrije stedelijke distributie in de praktijk vorm zal gegeven worden via de inrichting van zgn. emissievrije zone(s) op basis van lokale (dus: stedelijke of gemeentelijke) reglementering, die de Vlaamse kaderregeling weliswaar respecteert, en waarbij:

- De emissievrije zone -naar analogie met de wettelijke definitie van een ‘lage emissiezone’- in beginsel kan beschouwd worden als een (geografische) zone waarin voor de leefbaarheid, in het bijzonder ter beperking van milieu- en gezondheidshinder door slechte luchtkwaliteit, een selectief toelatingsbeleid voor emissievrij logistiek (stads-)verkeer wordt gehanteerd.

- De toegelaten emissievrije voertuigen -naar analogie met de wettelijke definitie van 'zero-emissievoertuigen' - in beginsel te beschouwen zijn als elk batterij-elektrisch voertuig of een voertuig uitsluitend aangedreven door een elektrische motor gevoed door een brandstofcel, alsook elk hybride voertuig dat emissievrij wordt aangedreven wanneer het zich in de emissievrije zone bevindt (dus: een voertuig zonder uitlaatemissie van broeikasgassen, verontreinigende gassen en deeltjes, zie Sectie 1.1);

Argumenten om te werken op basis van lokale reglementering zijn:

- mogelijkheid voor lokaal maatwerk inzake geografische afbakening, handhavingsinfrastructuur, etc.
- de lokale reglementering kan bevorderlijk zijn voor de creatie van (meer) draagvlak.
- Het politiek draagvlak – zowel lokaal als op Vlaams niveau – pleiten voor een behoud van een graad van lokale autonomie.

Rekening houdende met deze afbakening zullen de emissievrije zones -naar analogie met het principe van de 'lage emissiezone'- het mogelijk maken om vervuilend logistiek (stads-)verkeer te weren uit (bepaalde gedeelten van-) de stad en/of gemeente, met als doel het verbeteren van de leefbaarheid, en dit op straffe van sanctionering via een boetesysteem.

Binnen bovenstaande (algemene) krachtlijnen zijn er nog vele mogelijkheden voor (lokaal) maatwerk. Zo zal een absoluut en onmiddellijk toegangsverbod tot de emissievrije zone voor alle niet-emissievrij logistiek (stads-)verkeer initieel weinig wenselijk zijn. Om uiteenlopende redenen kan een uitzondering voor bepaalde sectoren en/of voertuigcategorieën (bv. essentiële sectoren), een doordachte regeling voor hybride voertuigen, een overgangsregeling, ... noodzakelijk zijn. De preferente handhavingsmethodiek houdt hier -idealiter- zo maximaal als mogelijk rekening mee.

Er bestaan verschillende vormen van (primaire) handhaving van een zero-emissie zone. Hierbij worden voor de toezichts- en handhavingsmogelijkheden de bestaande handhavingsmethodes als uitgangspunt genomen. In het kader van de lage emissiezones betreft het in het bijzonder de ANPR-camera's. Er wordt ook gekeken naar alternatieve en-/of nieuwe vormen van handhaving (zoals geolokalisatie). Belangrijk om hierbij voorafgaand op te merken: waar er verschillende methodes voor handhaving zijn, betekent dit niet noodzakelijk dat de ene methode de andere zou moeten uitsluiten. In tegendeel, meerdere handhavingsmethodes kunnen desgewenst met elkaar gecombineerd worden teneinde een optimalisering van het systeem (resp. de handhaving) te bewerkstelligen.

4.6.1 Handhavingsvormen

4.6.1.1 Fysieke vaststellers

Een eerste vorm van handhaving is via fysieke vaststellers. Wanneer de emissievrije zone niet gepaard gaat met fysieke toegangsbeperkingen, kunnen inbreuken op een (al dan niet voorwaardelijk en gemodelleerd) toegangsverbod in de emissievrije zone in eerste instantie fysiek worden vastgesteld en geakteerd door daartoe bevoegde personen. Dit naar analogie met GAS-vaststellers (die met gemeentelijke administratieve sancties gesanctioneerde overtredingen op de gemeentelijke reglementering kunnen vaststellen) en de zgn. LEZ-toezichthouders die bevoegd zijn om toezicht uit te oefenen op de naleving van de LEZ-reglementering en om de overtredingen van die reglementering in een verslag van vaststelling op te nemen. LEZ-toezichthouders beschikken volgens art. 8, §4 LEZ-decreet bij de uitvoering van hun opdracht over de bevoegdheid om:

- een bevel te geven aan de bestuurder om het voertuig tot stilstand te brengen
- inzage te hebben in en een kopie te nemen van de wettelijk voorgeschreven documenten die in het bezit moeten zijn van de bestuurder van een voertuig
- vaststellingen te doen met audiovisuele middelen
- bijstand van de politie in te roepen

- de identiteit van de vermoedelijke overtreder bij de vaststelling van overtreding te controleren.

Voorbeelden van LEZ-toezichthouders zijn (o.a.) personeelsleden van de gemeente die zijn aangewezen door het college van burgemeester en schepenen én daartoe beëdigd zijn, maar eveneens personeelsleden van de politiezone die worden aangewezen door het orgaan dat daarvoor bevoegd is. Fysieke vaststellers zullen instaan voor correct naleven van het gebruik van publieke laadpunten.

Tabel 30: Voor- en nadelen fysieke vaststellers

Voordelen	Nadelen
Zichtbaarheid van vaststellende ambtenaren in het straatbeeld (<i>cfr.</i> menselijke factor)	Beperkte pakkans (<i>cfr.</i> steekproefsgewijze benadering)
Weinig-/geen administratieve lasten voor logistieke (stads-)verkeer	Minimaal performant: verhindert vervuilend, logistiek (stads-)verkeer de toegang niet
Weinig-/geen impact op de verkeersdoorstroming in de stad	Aanzienlijke en voortdurende operationele kosten (<i>cfr.</i> personeelsinzet + geen eenmalige kost)
Mogelijkheid tot meervoudige inzet van vaststellende ambtenaren: koppeling aan andere handhavingsdoeleinden	Grote(re) kans op manipulatie en datalekken (<i>cfr.</i> menselijke factor)
Geschikt voor handhaving van hybride voertuigen, <i>mits</i> inachtneming van de beperkte pakkans	
Opvangen van mogelijke hiaten in andere handhavingsvormen, bijvoorbeeld met betrekking tot buitenlandse voertuigen	

4.6.1.2 Fysieke toegangsbeperking

Een (al dan niet voorwaardelijk en gemodelleerd) toegangsverbod in de emissievrije zone kan daarnaast ook gehandhaafd worden via fysieke toegangsbeperkingen, zoals (bv.) de installatie van een verzinkbare paal die hydraulisch op en neer kan bewegen. Deze verzinkbare palen kunnen geïnstalleerd worden op één of meerdere invalswegen van de emissievrije zone, kunnen (al dan niet) geactiveerd-/gedeactiveerd worden binnen bepaalde tijdsloten, en kunnen doorlopend 'uitgeschakeld' worden voor bepaalde vrijgestelde en/of toegelaten voertuigen (zoals bv. essentiële voertuigen, voertuigen van inwoners, ...) door gebruik van een systeem van codes, badges, nummerplaatherkenning, ... Binnen welke tijdsloten de verzinkbare palen desgevallend geactiveerd zijn, welke voertuigen vrijgesteld en/of toegelaten kunnen worden tot de zone via (bv.) een badge, de wijze waarop deze vrijstelling of toelating moet aangevraagd en verkregen worden, ... wordt geregeld in lokale reglementering, zodat lokaal maatwerk -gericht op de lokale noden en eigenheden mogelijk is. Niet onbelangrijk: anders dan bij handhaving via fysieke vaststellers, via ANPR of via geolokalisatie, zal handhaving via fysieke toegangsbeperkingen (zoals een verzinkbare paal) moeilijk(er) combineren met een sanctiesysteem via boetes: indien een voertuig geen vrijstelling of toelating heeft om de zone in te rijden, zal deze de verzinkbare paal niet kunnen passeren, zodat er evenmin sprake zal (kunnen) zijn van een overtreding van het toegangsverbod (en er dus geen aanleiding zal ontstaan voor een boete).

Tabel 31: Voor- en nadelen fysieke toegangsbeperking

Voordelen	Nadelen
-----------	---------

Al naargelang het systeem voor toelating: kleine(re) kans op manipulatie (bv. bij toelating op basis van nummerplaatherkenning)	Weinig flexibiliteit <i>qua</i> verplaatsbaarheid
Sterkst performant: verhindert vervuilend, logistiek (stads-)verkeer de toegang	Aanzienlijke en voortdurende operationele kosten (<i>cfr.</i> installatie- en onderhoudskosten)
Zichtbaarheid in het straatbeeld	Administratieve lasten voor logistieke (stads-)verkeer (<i>cfr.</i> aanvragen van toelatingen en/of aanpassen aan tijdssloten)
	Grote impact op de verkeersdoorstroming in de stad
	Bepaalde mogelijkheden tot meervoudige inzet (<i>cfr.</i> strekt enkel tot beperking(en) van de toegang)
	Weinig tot niet geschikt voor handhaving ten aanzien van hybride voertuigen

4.6.1.3 Automatische nummerplaatherkenning

Inbreuken op een (al dan niet voorwaardelijk en gemodelleerd) toegangsverbod in de emissievrije zone kunnen -benevens een fysieke vaststelling of toegangsbeperking- ook op een meer geautomatiseerde wijze vastgesteld en gehandhaafd worden, bijvoorbeeld met behulp van ANPR-camera's, die steeds meer en meer worden geplaatst in Vlaanderen, voor steeds meer verschillende doeleinden. Het uitgangspunt van een ANPR-systeem is het detecteren en handhaven van overtredingen op het toegangsverbod via nummerplaatherkenning van passerende voertuigen, en bestaat uit (i) een camera, (ii) een communicatienetwerk, (iii) een centraal opslagsysteem voor de opslag van gegevens en (iv) slimme software voor het herkennen van kentekens en controleren met een referentiebestand.

Waarbij de camera's in de regel dan een foto nemen van minstens één kant van de passerende voertuigen, waarna de slimme software deze foto analyseert en de erop afgebeelde nummerplaat van het voertuig detecteert, teneinde deze te vergelijken met een lijst van vrijgestelde en/of toegelaten voertuigen. Uit deze vergelijking volgt dan wanneer een voertuig in overtreding is, zodat de eigenaar van het voertuig achteraf kan gesanctioneerd (i.e. beboet) worden wegens schending van het toegangsverbod. Het verwerken van overtredingen op het toegangsverbod kan ofwel handmatig gebeuren, waarbij de bevoegde toezichthouder(s) alle foto's die het (slimme) ANPR-systeem heeft geïdentificeerd als potentiële overtreding handmatig controleert alvorens deze over te maken aan de sanctionerend ambtenaar voor het versturen van een boete. Ofwel geautomatiseerd, waarbij er geen enkele handmatige controle meer gebeurt en enkel de sanctionerend ambtenaar nog moet worden ingeschakeld voor verwerking-/versturen van de boete naar de eigenaar van het in overtreding zijnde voertuig. Dit maakt meteen duidelijk dat een handhaving via ANPR-camera's gepaard zal gaan met een doorgedreven -en vaak geautomatiseerde- verwerking van persoonsgegevens, hetgeen een voornaam aandachtspunt moet zijn. Zo merkte de Vlaamse Toezichtcommissie in dit verband nog het volgende op:

“De camera's nemen in de regel namelijk foto's met een tegenwoordig behoorlijke resolutie van minstens één kant (normaal gezien de voorkant) van het voertuig. Software analyseert het beeld en detecteert het kenteken op de nummerplaat. Indien enkel het kenteken wordt bewaard en de oorspronkelijke beelden worden gewist, dan gaat het om een relatief minimale, maar desondanks nog steeds risicovolle bewerking. Vaak wordt de oorspronkelijke foto echter ook bijgehouden voor het geval er betwistingen zouden zijn. Op de foto kan je ook personen herkennen in het voertuig, zodat rechtstreekse identificatie van de chauffeur en de passagiers vaak mogelijk is. De locatie en het tijdstip van de foto worden natuurlijk

ook opgeslagen, en dit ongeacht of het oorspronkelijke beeldmateriaal wordt bewaard."
(eigen onderlijning)

Naast het monteren van de ANPR-camera's op palen is het ook mogelijk te werken met mobiele camera's, meer bepaald door ze te monteren op auto's van de toezichthouder. In Vlaanderen gebeurt de controle op de naleving van de lage-emissiezones momenteel hoofdzakelijk via ANPR-camera's, die op de invalswegen van een lage-emissiezone elke nummerplaat detecteren van passerende voertuigen. Art. 7 LEZ-decreet voorziet ter zake in de volgende, wettelijke grondslag:

"§1. Met behoud van toepassing van artikel 8, §4, gebeuren de toepassing van en het toezicht op de LEZ-reglementering, alsook de vaststelling van overtredingen van die reglementering, aan de hand van nummerplaatherkenning, al dan niet met automatisch werkende toestellen.

§2. De toestellen met het oog op de automatische nummerplaatherkenning kunnen:

- 1° vast op een plaats worden opgesteld;*
- 2° voor een beperkte tijd vast op een plaats worden opgesteld;*
- 3° tijdens de observatie worden verplaatst.*

De verschillende types die noodzakelijk zijn om de LEZ-reglementering effectief uit te voeren, de plaats van de vaste toestellen en de perimeter waarin de overige toestellen verplaatst kunnen worden of kunnen bewegen, worden goedgekeurd door de gemeenteraad.

(...) §4. Het gebruik van intelligente automatisch werkende toestellen die gekoppeld zijn aan registers of bestanden van persoonsgegevens, is toegestaan voor de automatische nummerplaatherkenning, op voorwaarde dat de verantwoordelijke voor de verwerking die registers of bestanden verwerkt met inachtneming van de regelgeving over de bescherming van de persoonlijke levenssfeer en de regelgeving over de bescherming van natuurlijke personen bij de verwerking van persoonsgegevens."

Daarnaast worden ANPR-camera's momenteel ook (veelvoudig) ingezet voor handhaving van trajectcontroles op de autosnel- en bepaalde gemeentewegen, voor handhaving van het betalend parkeren (bv. via scanwagens), voor handhaving van reglementering betreffende sluipverkeer, etc.

Volledigheidshalve wordt opgemerkt dat de handhaving van buitenlandse voertuigen via ANPR-camera's in beginsel moeilijker zal verlopen omdat de handhaving voornamelijk automatisch verloopt (nl. via controle van de nummerplaat). Dit vereist dat deze gegevens gekend zijn in een databank. Voor titularissen van een nummerplaat die een vaste woon- of verblijfplaats in België hebben, is dit niet meteen problematisch: de persoons- en voertuiggegevens zijn in beginsel gekend via de dienst Inschrijvingen Voertuigen en het Rijksregister. De mogelijkheid tot het opvragen van buitenlandse identiteitsgegevens op basis van de nummerplaat blijft echter beperkt tot een limitatief aantal omschreven (verkeers-)overtredingen (Zie Richtlijn (EU) 2015/413 van het Europees Parlement en de Raad van 11 maart 2015).

Teneinde te kunnen voorzien in een handhaving van buitenlandse voertuigen via ANPR-camera's zal er bijgevolg een aparte registratie van het voertuig moeten gebeuren. In het kader van de lage emissiezones gaan de gemeenten op basis van deze registratie na of het geregistreerde voertuig aan de toelatingsvoorwaarden voldoet, waarna het deze gegevens bezorgt aan de door de Vlaamse Regering gemachtigde dienst, die de gegevens op haar beurt in de Vlaamse databank en de white list opneemt. Deze white list wordt daarna ter beschikking gesteld van alle lokale overheden die een LEZ hebben ingevoerd, zodat toegelaten voertuigen maar één maal moeten worden geregistreerd

Voor buitenlandse voertuigen is automatische controle en sanctionering echter minder evident omdat er in Vlaanderen - behoudens andersluidende bilaterale verdragsbepalingen - geen gegevens bekend zijn over het voertuig en de titularis van de buitenlandse nummerplaat. De mogelijkheid tot het opvragen van deze gegevens op basis van de nummerplaat blijft in de regel beperkt tot een limitatief aantal omschreven (verkeers-)overtredingen. Voor de handhaving van de huidige lage emissiezones

werd er daarom gezocht naar andere oplossingen, zoals het inschakelen van buitenlandse gerechtsdeurwaarders en/of mobiele controleteams (fysieke vaststellers).

Tabel 32: Voor- en nadelen ANPR

Voorhandse voordelen	Voorhandse nadelen
Grote pakkans: capteert elk (binnenlands en/of geregistreerd) voertuig dat passeert	'Beperkt' performant: verhindert vervuילend, logistiek (stads-)verkeer de toegang niet, wat (deels) geredieerd wordt door grote pakkans
Flexibiliteit <i>qua</i> verplaats- en inzetbaarheid (<i>cfr.</i> vast of mobiel)	Weinig zichtbaar in het straatbeeld (<i>cfr.</i> gevoel van wantrouwen -/ Big Brother)
Mogelijkheid tot volledig geautomatiseerde werking (<i>cfr.</i> minimale personeelsinzet)	Weinig tot niet geschikt voor handhaving ten aanzien van hybride voertuigen
Relatief beperkte installatie-, onderhouds- én personeelskosten	Verregaande(re) inmenging op de privacy van betrokkene
Weinig tot geen administratieve lasten voor logistieke (stads-)verkeer	
Weinig-/geen impact op de verkeersdoorstroming in de stad	
Mogelijkheid tot meervoudige inzet: ANPR-camera's kunnen (ook) ingezet worden voor andere handhavingdoeleinden	
Kleine(re) kans op manipulatie	

4.6.1.4 Geolocalisatie

Naast de automatische nummerplaatherkenning kunnen inbreuken op een (al dan niet voorwaardelijk en gemodelleerd) toegangsverbod in de emissievrije zone, ook op een geautomatiseerde wijze vastgesteld en gehandhaafd worden via geolocatiesystemen. Dergelijke systemen kunnen de geografische positie van een aan het voertuig verbonden toestel (bv. smartphone, On Board Unit (OBU), ...) bepalen aan de hand van gps-signalen, bluetooth-, wifi- of gsm-signalen. Een bestaande vorm van geolocalisatie betreft het zgn. geofencing. Dit is een techniek waarbij een geografisch gebied (zoals de emissievrije zone) virtueel wordt afgebakend. Door (bepaalde) voertuigen uit te rusten met GPS-apparatuur die via het telecomnetwerk verbonden is, kan in een backoffice gedetecteerd worden wanneer het voertuig de geofence (dus: het afgebakende gebied) passeert. In dit geval wordt er dan een vooraf gedefinieerde actie wordt getriggerd. De voormelde backoffice bestaat gebruikelijk uit een cloud-omgeving die wordt ingericht door een service- provider waar de logistieke dienstverlener zich bij aansluit. Deze serviceprovider verwerkt de relevante data om te bepalen wanneer het voertuig de geofence passeert en de bijbehorende actie getriggerd moet worden. Later in deze sectie wordt ingegaan op hybride voertuigen en het risico op stilvallen bij lege batterij.

Geofencing is eveneens de techniek op basis waarvan de kilometerheffing voor zwaar wegvervoer in Vlaanderen wordt berekend. De kilometerheffing wordt berekend met behulp van een OBU, waarmee iedere tolplichtige vrachtwagen moet zijn uitgerust. Aan de hand van GPS-signalen registreert het systeem hoeveel kilometer er worden gereden op tolwegen (incl. het tarief dat geldt al naargelang het wegtype). De OBU is in die zin dan ook een vorm van gps-trackingsysteem waarmee de verplaatsingen van de met een OBU uitgeruste voertuigen -en derhalve de ermee geïdentificeerde

houders- kunnen worden gevolgd. Al naargelang de hoeveelheid van data die wordt verwerkt en gedeeld, gaat het systeem van geofencing gepaard met stringente aandachtspunten en voorwaarden op vlak van gegevensbescherming en privacy, zeker nu de data in eerste orde belandt bij de serviceprovider waarbij de logistieke dienstverlener zich aansluit.

Geofencing zou, mits er voldoende borging is van de privacy van betrokkenen, ook ingezet kunnen worden voor de handhaving van de emissievrije zones. De handhaving van emissievrije zones impliceert per definitie een inmenging in de persoonlijke levenssfeer van de betrokkenen. Een dergelijke overheidsinmenging is niet verboden, maar dient in het algemeen, overeenkomstig artikel 22 Grondwet en artikel 8 EVRM:

- bij wet voorzien te zijn - dit kan gebeuren naar analogie met het Decreet Lage Emissiezones.
- te beantwoorden aan een dwingende maatschappelijke behoefte - het lijkt verdedigbaar te stellen dat het bevorderen van de luchtkwaliteit en/of klimaat kan gekwalificeerd worden als een dwingende maatschappelijke behoefte die noodzakelijk is voor de bescherming van de gezondheid.
- evenredig te zijn met de nagestreefde wettige doelstelling en niet verder te gaan dan noodzakelijk is voor deze doelstelling (proportionaliteit).

Daarnaast dienen er echter ook concreet zekerheden en waarborgen ingebouwd te worden voor de rechtsonderhorigen met betrekking tot de bescherming van hun privacy, onder meer op vlak van betrouwbaarheid van de infrastructuur en het transmissienetwerk, de veiligheid van de gegevens, transparantie, rechtmatigheid, bewaartermijnen,...

Voor emissie-genererende voertuigen die met een OBU uitgerust zijn, kan via geofencing immers gedetecteerd worden wanneer het voertuig de zero-emissie zone nadert. De bestuurder in het voertuig kan hiervoor gewaarschuwd worden (met voorstelling van een alternatieve route). Wordt de geofence (emissievrije zone) ondanks deze waarschuwing toch binnengereden, dan kan dit de trigger vormen voor ofwel een handhaving via fysieke vaststellers ofwel een identificatie van de OBU en houder van het voertuig in functie van sanctionering. De mogelijkheden die geofencing biedt gaan verder dan de andere handhavingvormen, waardoor deze vorm het grootste potentieel biedt. Dit wordt versterkt wanneer hybride aangedreven voertuigen in acht genomen worden. Belangrijk uitgangspunt is daarbij dat bij hybride voertuigen er een vorm van handhaving moet kunnen gebeuren die controleert of het voertuig emissievrij aangedreven wordt wanneer het zich in de emissievrije zone bevindt. Waar zulke vaststelling desgevallend -steekproefsgewijs- zou gedaan kunnen worden via fysieke vaststellers, zal een ANPR-systeem niet registreren of een hybride voertuig bij het binnenrijden van de emissievrije zone daadwerkelijk is overgeschakeld op emissievrije aandrijving. Geofencing kunnen technisch detecteren dat hybride voertuigen een emissievrije zone naderen, daarom automatisch het opladen van de hoogspanningsaccu beginnen te optimaliseren, om het (hybride) voertuig finaal -automatisch- te doen overschakelen op de elektrische voertuigmodus bij het binnenrijden van de emissievrije zone. In die zin blijken er momenteel meerdere systemen op de markt. Zo dwingt BMW zijn nieuwste hybride-voertuigen reeds om in zgn. *Edrive*-zones elektrisch te rijden. Dit gebeurt door het voertuig bij het passeren van de geofence automatisch te doen overschakelen op elektrische aandrijving. Ook meerdere e-hybridebussen van De Lijn zijn uitgerust met geofencing-technologie die hen automatisch doet overschakelen naar elektrisch rijden wanneer de bussen door een druk bewoond gebied rijden. De handhaving van hybride voertuigen via geofencing is evenwel niet feilloos. Het is afhankelijk van fabrikanten die het moeten integreren in hun hybride modellen en/of een retrofit van bestaande hybride voertuigen voldoende beschikbaar is. Ook kan dit dwingende mechanisme leiden tot praktische problemen, zoals een situatie waarin de accu van het hybride voertuig onvoldoende is opgeladen en het voertuig tot stilstand komt in de emissievrije zone. Een alternatief kan de toepassing van een invers-principe zijn, waarbij de bewijslast voor het emissievrij rijden wordt gelegd bij de logistieke dienstverlener of degene die het transport uitgevoerd heeft. Hybride voertuigen zijn in beginsel gehouden aan het toegangsverbod tot de emissievrije zone, op straffe van sanctionering, tenzij zij - aan de hand van een gecertificeerd meetinstrument - kunnen aantonen dat zij enkel in

elektrische voertuigmodus hebben gereden in de emissievrije zone. De geofence technologie kan immers informatie vastleggen over het volledig elektrische verbruik van het voertuig in virtueel afgebakende gebieden. De versleutelde gegevens kunnen vervolgens veilig worden gedeeld met lokale autoriteiten om te controleren of ze voldoen aan de regels van de emissievrije zone. Dit inverse principe zal hybride voertuigen niet enkel aanzetten om een meetinstrument te installeren, maar kan eveneens tegemoet komen aan de geschetste (veeleer praktische) problemen. De belangrijkste beperking van een geofencing-systeem als handhaving is immers de afhankelijkheid of verplichting van gebruik van een meetinstrument (zoals de OBU).

Tabel 33: Voor- en nadelen geolocalisatie

Voordelen	Nadelen
Flexibiliteit <i>qua</i> verplaats- en inzetbaarheid	Beperkte-/gemiddelde pakkans: capteert enkel voertuigen die uitgerust zijn met een OBU
Mogelijkheid tot volledig geautomatiseerde werking (<i>cf.</i> minimale personeelsinzet)	Beperkt performant: verhindert vervuiling, logistiek (stads-)verkeer de toegang niet
Weinig-/geen impact op de verkeersdoorstroming in de stad	Administratieve lasten voor logistieke (stads-)verkeer (<i>cf.</i> installatie van OBU)
Beperkte installatie-, onderhouds- én personeelskosten	Verregaande(re) inmenging op de privacy van betrokkene
Grootste potentieel voor handhaving ten aanzien van hybride voertuigen	
Mogelijkheid tot meervoudige inzet: kan (ook) ingezet worden voor andere doeleinden	
Kleine(re) kans op manipulatie	

4.6.2 Afweging – een combinatie van (handhavings-)vormen

Naar aanleiding van het voornemen tot invoering van emissievrije stedelijke distributie in meerdere Nederlandse steden en gemeente, werd er in opdracht van de Nederlandse overheid reeds een gewogen beoordeling gemaakt tussen meerdere, geïdentificeerde handhavingsinstrumenten en -methodes (AT Osborne, 2019). Dit op basis van de criteria

- (1) Pakkans: De pakkans is het percentage van overtreders binnen een emissievrije zone dat wordt gedetecteerd. Een lage pakkans leidt in het algemeen tot een verminderde naleving van de regels en werkt frauduleus gedrag in de hand. Dit leidt vervolgens weer tot het verlies van draagvlak onder de bestuurders van bestel- en vrachtauto's die zich wel aan de regels houden. Lokale besturen streven in algemene zin naar een vorm van toezicht en handhaving met een hoge pakkans.
- (2) Soliditeit: De soliditeit heeft betrekking op de mogelijkheid om een bestuurder een boete op te leggen wanneer is vastgesteld dat deze in overtreding is.
- (3) Toekomstbestendigheid: Verschillende ontwikkelingen in beleid, wet- en regelgeving en technologie kunnen in de toekomst de nodige flexibiliteit vragen van het handhavingsmechanisme. Zo kunnen gemeenten op termijn de emissievrije zones (bv.) willen vergroten of verkleinen, of de vrijstellingsregeling voor bepaalde voertuigen aanpassen of intrekken.
- (4) Kosten: Dit criterium betreft de kosten voor lokale besturen om het handhavingssysteem aan te schaffen en te implementeren (incl. transactiekosten, beheerkosten en aanlegkosten). Vanzelfsprekend streven lokale besturen naar zo laag mogelijke kosten.
- (5) Impact op doorstroming, leefbaarheid en verkeerveiligheid: Onder dit criterium vallen de verschillende aspecten waar burgers en bestuurders van logistiek stadsverkeer overlast van kunnen ervaren (bv. verkeer remmende werking, vervuiling van het straatbeeld, etc.).

- (6) Impact op vervoerders, logistieke partijen en hun klanten: De vorm van handhaving kan van invloed zijn op (de werkwijze van) vervoerders, logistieke partijen en afnemers (winkeliers). De varianten waarbij de vervoerder, logistieke partij of winkelier een extra handeling moet verrichten om de emissievrije zone in te mogen rijden leidt tot administratieve lasten.
- (7) Impact op de gemeenten: Lokale besturen dienen een inspanning te verrichten voor het organiseren van de capaciteit en middelen, voor zowel de invoering en implementatie als het beheer en onderhoud van het systeem.
- (8) De mogelijkheid tot meervoudige inzet: Het handhavingssysteem kan mogelijks voordelen bieden op flankerende beleidsterreinen. Op deze wijze kunnen verschillende beleidsterreinen 'meeliften' op toezicht en handhaving van emissievrije zones of vice versa.

Deze beoordeling is op heden nog actueel, zodat deze in casu als uitgangspunt kan dienen voor Vlaanderen. Dit uiteraard mits doorvertaling naar de Vlaamse context en regelgeving, én aanvulling met een twee aanvullende criteria: (9) geschiktheid voor handhaving van hybride voertuigen en (10) impact op de privacy van betrokkenen.

Tabel 34: Beoordeling handhavingsvormen

Handhavingsvorm	Fysieke vaststellers	Fysieke toegangsbeperking	ANPR	Geofencing
<u>Pakkans</u>	Beperkte pakkans gelet vaststellende ambtenaren op een steekproefsgewijze manier zullen (moeten) handhaven	Hoogste pakkans aangezien een verzinkbare paal (of andere fysieke toegangsbeperking) de toegang tot de emissievrije zone zal verhinderen voor niet-emissievrij, logistiek (stads-)verkeer	Hoge pakkans aangezien het ANPR-camerasysteem <i>quasi</i> ieder voertuig capteert dat de emissievrije zone zal binnenrijden. Dit weliswaar met die beperking dat een ANPR-camerasysteem minder evident is voor de handhaving van buitenlandse nummerplaten	Beperkte-/ gemiddelde pakkans aangezien een systeem van <i>geofencing</i> werkt op basis van GPS-signalen die opgepikt (moeten) worden door een toetstel aan boord van het voertuig. Zodat een systeem van <i>geofencing</i> enkel voertuigen zal kunnen capteren die uitgerust zijn met een On Board Unit (OBU)
<u>Soliditeit</u>	Beperkte soliditeit aangezien een succesvolle sanctionering, berust op een correcte en bewijskrachtige vaststelling (i.e. waaruit blijkt dat het betreffende voertuig geen toestemming had om op het betreffende moment op de betreffende locatie te zijn) vanwege de vaststellende ambtenaar	Hoogste soliditeit aangezien een verzinkbare paal (of andere fysieke toegangsbeperking) de toegang tot de emissievrije zone zal verhinderen voor niet-emissievrij, logistiek (stads-)verkeer, en een sanctionering (via bv. boetes) dus niet aan de orde zal zijn.	Hoge soliditeit aangezien een sanctionering op basis van ANPR-camerasystemen inmiddels gekend is in Vlaanderen én de <i>quasi</i> volledig geautomatiseerde (ver-)werking de foutenmarge op vlak van correcte en bewijskrachtige vaststellingen kan minimaliseren.	Gemiddelde -/hoge soliditeit, waarvoor aansluiting kan gezocht worden bij de beoordeling van het ANPR-camerasysteem, met dat verschil dat er bij een sanctionering op basis van <i>geofencing</i> méér partijen in de keten betrokken zijn (met daardoor een groter risico op (formele) fouten die de sanctionering in het gedrang kunnen brengen).
<u>Toekomstbestendigheid</u>	Hoog toekomstbestendig aangezien vaststellende ambtenaren -zonder bijkomende kosten- de locatie van handhaving kunnen aanpassen, én ook geschikt zijn voor een	Beperkt toekomstbestendig aangezien een verplaatsing van verzinkbare palen gepaard gaat met ingrijpende infrastructuurwerken én ze evenmin geschikt zijn voor de	Gemiddeld -/hoog toekomstbestendig aangezien de ANPR-camera's aan relatief beperkte kost verplaatst kunnen worden én de vereiste software zonder aanpassing van de hardware <i>up to date</i> kan gehouden worden.	Hoog toekomstbestendig aangezien wijzigingen van de emissievrije zone niet leiden tot wijzigingen in de fysieke ruimte. Bovendien lijkt <i>geofencing</i> ook het systeem met het grootste potentieel voor een handhaving

	handhaving van hybride voertuigen (cfr. infra)	handhaving van hybride voertuigen (cfr. infra)	Anderzijds wordt het ANPR-camerasysteem niet geschikt geacht voor een handhaving van hybride voertuigen (cfr. infra)	van hybride voertuigen (cfr. infra)
Kosten	Hoge (operationele) kost gelet op de continue personeelskosten (i.e. zeker ingeval er veel vaststellers zouden ingeschakeld worden) én voortschrijdende opleidings- en bijscholingskosten voor de vaststellers.	Hoge kost gelet op de aanzienlijke installatie- én voortdurende onderhoudskosten (in het bijzonder wanneer rekening wordt gehouden met de grote kans op beschadigingen van de verzinkbare paal door (bv.) aanrijdingen), waarvan overigens niets kan gerecupereerd worden gelet het gebrek aan sanctionering.	Matige kost gelet ANPR-camerasystemen op heden veel voorkomen, zodat de kosten voor de aanschaf van hardware en software, aanleg van een databank, alsook het onderhoud daarvan relatief beperkt zijn. Bovendien blijft de personeelskost beperkter o.w.v. het geautomatiseerde karakter van het ANPR-camerasysteem, én zorgt de hoge pakkans er tevens voor dat een deel van de investering 'gerecupereerd' kan worden via de inning van boetes.	Matige kost aangezien geofencing weinig hardware vereist, en over het algemeen beperkte aanschaf- en beheerkosten kent (incl. de kost voor aanleg en onderhoud van een databank). Ook de kosten voor de benodigde software zijn relatief beperkt, waarbij de personeelskost beperkter blijft o.w.v. het geautomatiseerde karakter van het systeem
	De gemiddelde kost voor de aankoop en plaatsing van 1 verkeersbord bedraagt ongeveer 500 euro – rekenend op 50 locaties/borden => 25.000 euro Aanstelling van 10 fysieke handhavers (60.000 euro/jaar) en inzet van 12 handcomputers (2.500 euro/stuk) => 630.000 euro	De gemiddelde kost voor de aankoop en plaatsing van 1 verkeersbord bedraagt ongeveer 500 euro – rekenend op 50 locaties/borden => 25.000 euro De gemiddelde kost voor de aankoop en plaatsing van een zinkbare paal bedraagt ongeveer 15.000 euro – rekenend op 40 invalswegen/palen => 600.000 euro De uitwerking van de databank geraamd op 100.000 euro, waarbij aangenomen wordt dat de kostprijs dus gelijk is aan deze van de LEZ databank	De gemiddelde kost voor de aankoop en plaatsing van 1 verkeersbord bedraagt ongeveer 500 euro – rekenend op 50 locaties/borden => 25.000 euro De gemiddelde kost voor de aankoop en plaatsing van een ANPR camera bedraagt ongeveer 10.000 euro – rekenend op 40 invalswegen/camera's => 400.000 euro De uitwerking van de databank geraamd op 100.000 euro, waarbij aangenomen wordt dat de kostprijs dus gelijk is aan deze van de LEZ databank	De gemiddelde kost voor de aankoop en plaatsing van 1 verkeersbord bedraagt ongeveer 500 euro – rekenend op 50 locaties/borden => 25.000 euro De uitwerking van een geofence wordt gelijk geacht aan de uitwerking van de databank => 100.000 euro De aankoop van OBU's wordt gerekend op 135 euro per stuk de uitwerking van de databank geraamd op 100.000 euro, waarbij aangenomen wordt dat

				de kostprijs dus gelijk is aan deze van de LEZ databank
<u>Impact op de verkeersdoorstroming, -leefbaarheid en -veiligheid</u>	<u>Beperkte</u> impact aangezien de toegang tot de stad niet fysiek wordt beperkt én de vaststellers - wegens hun visuele zichtbaarheid op straat- ook bijdragen de sociale veiligheid en veiligheid en leefbaarheid op andere terreinen.	<u>Grote</u> impact aangezien verzinkbare palen de toegang tot de stad <i>in de regel</i> verhinderen, tevens resulteren in een fysiek aanrijdbaar obstakel (<i>cfr.</i> ongevallen) alsook beschouwd kunnen worden als visueel storend voor het straatbeeld.	Beperkte-/ <u>gemiddelde</u> impact aangezien de toegang tot de stad niet fysiek wordt beperkt, maar de aanwezigheid van (vele) camera's in het straatbeeld wél als storend en invasief ervaren kunnen worden.	<u>Beperkte</u> impact aangezien de toegang tot de stad niet fysiek wordt beperkt, en het virtuele karakter van <i>geofencing</i> geen storende elementen met zich meebrengt voor het straatbeeld.
<u>Impact voor de betrokken (logistieke) partijen</u>	<u>Beperkte</u> impact aangezien de handhaving via vaststellers geen actie veronderstelt van vervoerders, logistieke partijen en hun klanten om de nul-emissie zone in te mogen rijden.	<u>Grote</u> impact aangezien een verzinkbare paal <i>in beginsel</i> geen verkeer toelaat tot de emissievrije zone, zodat vervoerders en logistieke partijen zich moeten schikken naar eventuele tijdssloten en/of toelatingmogelijkheden en/of hun wagenpark moet aanpassen, bij gebreke waaraan klanten niet (tijdig) meer worden bevoorrad.	<u>Beperkte</u> impact aangezien het toegangsbeleid in een ANPR-camerasysteem is gebaseerd op basis van het referentiebestand en het kentekenregister DIV, zodat er geen (specifieke) actie wordt verlangd van vervoerders en logistieke partijen, behoudens het desgevallend aanvragen van een vrijstelling-/toelating	Beperkte-/ <u>gemiddelde</u> impact aangezien een systeem van <i>geofencing</i> voor de vervoerders en logistieke partijen een installatie vereist van een On Board Unit (OBU) waarvoor zij een samenwerking zullen moeten aangaan met een serviceprovider.
<u>Impact op werking handhavende instantie</u>	<u>Hoge</u> impact aangezien lokale besturen -traditioneel- al kampen met enerzijds een tekort aan personeel en anderzijds een hoge werklust en -druk, zodat een terbeschikkingstelling van een voldoende aantal vaststellers niet evident zal zijn.	<u>Beperkte-/ gemiddelde</u> impact aangezien het systeem van verzinkbare palen niet enkel wijdverspreid en gekend is, maar in grote mate ook geautomatiseerd kan verlopen zonder nood aan sanctivering. Anderzijds blijken verzinkbare palen wél storingsgevoelig te zijn	Beperkte-/ <u>gemiddelde</u> impact, aangezien het ANPR-camerasysteem op heden gekend is resp. gebruikt wordt in Vlaanderen voor meerdere toepassingen, alsook op een nagenoeg volledig geautomatiseerde wijze kan functioneren. Anderzijds blijft er	Beperkte-/ <u>gemiddelde</u> impact aangezien een systeem van <i>geofencing</i> op nagenoeg volledig geautomatiseerde wijze kan functioneren. Anderzijds blijft er een mate van personeelsinzet vereist voor controle en/of sanctivering, en zal het innovatieve karakter van

	<p>Daarnaast vergen zaken zoals werving en opleiding-/bijscholing van vaststellers ook de nodige inspanning van gemeenten.</p>	<p>en leiden zij niet zelden tot negatieve publiciteit (bv. ingevolge ongevallen).</p>	<p>een mate van personeelsinzet vereist voor controle en/of sanctionering, én dienen lokale besturen tevens inspanningen te verrichten</p> <p>om het systeem zodanig in te richten dat overtreders uit het ANPR-systeem gefilterd kunnen worden en de bewijslast sluitend is.</p>	<p>geofencing ook een zekere inspanning-/aanpassing vergen om de werking van het lokale bestuur hierop voor te bereiden resp. af te stemmen.</p>
<p><u>Meervoudige inzetmogelijkheden</u></p>	<p><u>Gemiddelde</u>-/grote mogelijkheden aangezien vaststellers parallel met de handhaving van de emissievrije zone ook andere vaststellingen kunnen doen in het kader van andere (handhavings-)doeleinden, uiteraard binnen de hen verleende bevoegdheden resp. takenpakket.</p>	<p><u>Beperkte</u> mogelijkheden aangezien verzinkbare palen (of andere vormen van fysieke toegangsbeperking) <i>in de regel</i> enkel strekken tot een beperking van de toegang, zonder meer.</p>	<p><u>Gemiddelde</u>-/grote mogelijkheden aangezien ANPR-camera's ook ingezet kunnen worden voor andere doeleinden van (verkeers-)handhaving en/of verkeersmanagement, weliswaar binnen de grenzen van hetgeen toelaatbaar is op vlak van privacy-/gegevensbescherming. Indien het lokaal bestuur al beschikt over ANPR-camera's kunnen deze (ook) gebruikt worden voor de handhaving van de emissievrije zone.</p>	<p><u>Gemiddelde</u>-/grote mogelijkheden aangezien <i>geofencing</i> niet enkel kan ingezet worden voor andere doeleinden van (verkeers-)handhaving en/of verkeersmanagement, maar (bv.) ook op vlak van advies-/nudging van bestuurders. Dit weliswaar telkens met inachtneming van de grenzen van hetgeen toelaatbaar is op vlak van privacy-/gegevensbescherming.</p>
<p>Geschiktheid voor handhaving van hybride voertuigen</p>	<p><u>Gemiddelde</u> geschiktheid voor handhaving van hybride voertuigen, gezien vaststellers het niet-emissiearm rijden in de zone weliswaar zullen kunnen vaststellen, doch met een zeer beperkte pakkans en een zeer selectieve beoordeling (nl. dat een hybride voertuig in het vizier van een vaststeller elektrisch rijdt, verhindert niet dat het</p>	<p><u>Niet</u> geschikt voor handhaving van hybride voertuigen, gezien een verzinkbare paal niet kan registreren of een hybride voertuig bij het binnenrijden van de emissievrije zone daadwerkelijk is overgeschakeld op emissievrije aandrijving</p>	<p><u>Niet</u> geschikt voor handhaving van hybride voertuigen, gezien een ANPR-camerasysteem niet kan registreren of een hybride voertuig bij het binnenrijden van de emissievrije zone daadwerkelijk is overgeschakeld op emissievrije aandrijving</p>	<p><u>Grootste</u> geschiktheid voor handhaving van hybride voertuigen gezien een systeem van <i>geofencing</i> kan gekoppeld worden aan een On Board systemen en/of software die (hybride) voertuigen - automatisch- kan doen overschakelen op de elektrische voertuigmodus bij het</p>

	voertuig niet-elektrisch rijdt elders in de zone			binnenrijden van de emissievrije zone.
Privacy-impact	<p>Gemiddelde/hoge impact op de privacy van betrokkenen, en dit voornamelijk omwille van de betrokkenheid van verschillende personen in de keten van vaststelling en sanctionering, hetgeen de kansen op een menselijke manipulatie en/of fout doet toenemen in vergelijking met geautomatiseerde systemen (waarvan de draagwijdte van verwerkingen van persoonsgegevens weliswaar onduidelijker is).</p>	<p>Beperkte impact op de privacy van betrokkenen aangezien er verwerking van persoonsgegevens tot een minimum beperkt kan worden, minstens ook omdat er in een systeem van verzinkbare palen geen sanctionering aan de orde zou zijn.</p>	<p>Hoge impact op de privacy van betrokkenen aangezien een ANPR-camerasysteem functioneert op basis van foto's (met relatief hoge resolutie zodat inzittenden kenbaar zijn) alsook datum- en tijdgegevens. De actuele kennis van ANPR-camerasystemen kan een aantal veiligheids<i>issues</i> -allicht-wegnemen, doch de visuele zichtbaarheid van de camera's in het straatbeeld kunnen als erg invasief ervaren worden.</p>	<p>Hoogste impact op de privacy van betrokkenen aangezien een systeem van <i>geofencing</i> betrokkenen op basis van GPS-signalen in beginsel zou kunnen <i>track-en-tracen</i>, en in die zin zelfs aanleiding zou kunnen geven tot een verwerking van bijzondere categorieën van persoonsgegevens. Waarbij het innoverende karakter van het systeem kan leiden tot bepaalde hiaten in de beveiliging van de persoonsgegevens.</p>

Bovenstaande tabel toont in eerste instantie aan dat er momenteel geen ideale oplossing lijkt te zijn, en er voor de verschillende vormen van handhaving van de emissievrije zone argumenten pro en contra zijn.

Algemeen lijkt echter aangenomen te kunnen worden dat fysieke toegangsbeperkingen te ingrijpende nadelen met zich meebrengen (vnl. qua impact op de mobiliteit en de betrokken partijen, in het bijzonder in het licht van het (wel) toegelaten personenverkeer dat evenzeer zou getroffen worden door de fysieke toegangsbeperking). Een handhaving via enkel fysieke vaststellers lijkt eveneens weinig wenselijk. Dit omwille van de beperkte pakkans en de hoge (personeels-)kost die hiermee zal gepaard gaan. Geofencing lijkt daarentegen - ondanks het beperkte gebruik hiervan tot op heden - wel een beter passend systeem te kunnen zijn om overtreders van het toegangsverbod in de emissievrije zone te detecteren, te waarschuwen en finaal eventueel te sanctioneren. Er is echter een (potentieel) verregaande inmenging in de privacy van betrokkenen. De mogelijkheid tot sanctionering zal immers een track-and-trace impliceren met tevens een identificatie van de houder van de in het voertuig aanwezige OBU; gegevensverwerking waarvan de toelaatbaarheid en regelmatigheid in het licht van de Algemene Verordening Gegevensbescherming geanalyseerd en geverifieerd moeten worden. Veel zal immers afhangen van de concrete vormgeving en beveiliging van het systeem (welke gegevens zullen verzameld worden? Worden ze ook voor andere doeleinden gebruikt? Hoe lang worden de gegevens bewaard? Wordt encryptie toegepast? Worden real-time ANPR beelden bekeken? Etc.). Daarenboven is de handhavingsvorm afhankelijk van een erkend, uniform en verplicht gebruik van een meetinstrument (zoals de OBU). Beiden doen besluiten dat een systeem van geofencing, minstens op heden, (nog) niet in aanmerking komt als het meest geschikte, zelfstandige systeem voor toezicht en handhaving van een emissievrije zone. Dat het systeem al wordt gebruikt in het kader van de kilometerheffing doet hieraan geen afbreuk, aangezien de finaliteit anders is (geen afstandsvariabele, maar toegang beperking) en de nadelen verbonden aan het gebruik van OBU's vermeden kunnen worden.

Over het algemeen lijkt zodoende de voorkeur voor een (primair) handhavingssysteem van de emissievrije zones te moeten uitgaan naar het gebruik van de gekende en ingeburgerde ANPR-camerasystemen. Dit naar analogie met het huidige handhavingsmechanisme voor de lage emissiezones in Vlaanderen. Een ANPR-camerasysteem biedt immers een hoge pakkans en soliditeit, met een (relatief) beperkte impact op zowel (1) de verkeersdoorstroming, -leefbaarheid en -veiligheid, (2) de betrokken logistieke spelers alsook (3) de handhavende steden en gemeente zelf, waarvan op dit moment Gent en Antwerpen al kennis en ervaring hebben opgedaan met deze vorm van handhaving voor de lage-emissie zones. Vlaanderen schikt begin 2023 over 3.656 ANPR camera's. Het borgen van de privacy blijft echter een kritisch aspect van het ANPR-camerasysteem. Daarenboven is het met deze handhavingsvorm niet mogelijk om controles uit te voeren op het emissievrij rijgedrag van hybride voertuigen in de zero-emissie zone. De ambitieniveaus en snelheid waarmee volledig elektrisch aangedreven voertuigen voor stedelijke distributie zullen gebruikt worden, maakt dat deze handhavingsbeperking hoogstens slechts tijdelijk zal zijn.

Om (deels) tegemoet te komen aan deze kritische elementen van het ANPR-camerasysteem zou een combinatie van meerdere handhavingsvormen overwogen kunnen worden. Zoals voorafgaand al werd opgemerkt, betekent het bestaan van verschillende vormen voor handhaving immers niet dat de ene vorm de andere noodzakelijkerwijze zou moeten uitsluiten. Het ANPR camerasysteem zou kunnen worden aangevuld met fysieke vaststellers en/of verzinkbare palen. Het aanvullen van ANPR handhaving met geofencing heeft twee voordelen:

- Bestuurders van voertuigen die de emissievrije zone naderen kunnen een notificatie ontvangen om ze te waarschuwen, waarna ze indien nodig een alternatieve route kunnen nemen. Zo worden overtredingen en sanctionering vermeden.
- Bestuurders van emissievrije voertuigen kunnen het systeem van geofencing gebruiken om te waarborgen dat het ANPR-camerasysteem terughoudender omgaat met hun persoonsgegevens, doordat de serviceproviders die geofencing aanbieden het emissievrije voertuig zouden kunnen registreren op een zogenaamde 'white list'. Wanneer dit voertuig

vervolgens de emissievrije zone inrijdt, wordt het kenteken weliswaar door de ANPR camera's gecapteerd worden, maar wordt de verwerking na captatie gereduceerd waardoor deze veel minder verregaand is.

- Hybride voertuigen kunnen gecontroleerd worden op emissievrij rijden binnen de zero-emissie zone. Als alternatief en-/of overgangsmechanisme zouden hybride voertuigen toegelaten kunnen worden tot de emissievrije zone, doch enkel onder bepaalde voorwaarden. Deze kunnen gaan van bepaalde tijdsvenster en/of een betaling van een forfaitaire bijdrage, en dit minstens totdat een sluitende (technische) oplossing mogelijk is voor alle hybride aangedreven vrachtvoertuigen. Deze mogelijkheden worden echter niet opgenomen in de ambitieniveaus.

De geschetste, preferente vormen van handhaving van de emissievrije zone (nl. ANPR-camerasysteem en geofencing) gaan in de regel gepaard met een geautomatiseerde en doorgedreven verwerking van meerdere categorieën persoonsgegevens in de zin van de Algemene Verordening Gegevensbescherming. Bijgevolg dient de kaderregelgeving op vlak van gegevensbescherming hieromtrent gerespecteerd te worden. Deze Algemene Verordening Gegevensbescherming houdt in dat er moet nagegaan worden of alle (persoons-)gegevensverwerkingen:

- steunen op een rechtsgrond uit art. 6, 1 en desgevallend ook art. 9 Algemene Verordening Gegevensbescherming
- enkel kunnen gebeuren voor een welbepaald en duidelijk omschreven doeleind
- zowel qua partners als persoonsgegevens niet verder mogen gaan dan hetgeen noodzakelijk is voor dit doel waarvoor ze worden verzameld-/verwerkt.

Aangenomen dat de Algemene Verordening Gegevensbescherming van toepassing is, is de allereerste vereiste aldus dat er in hoofde van iedere partner een rechtsgrond in de zin van art. 6 (en desgevallend art. 9) Algemene Verordening Gegevensbescherming kan gevonden worden, waarbij:

- Toestemming moeilijk wordt aanvaard als rechtsgrond voor een verwerking van persoonsgegevens in relatie tot (semi-)overheidsinstanties (zoals lokale besturen) en dit wegens een gebrek aan 'vrij karakter' van zulke toestemming
- Het gerechtvaardigd belang van de verwerkingsverantwoordelijke of een derde evenmin als rechtsgrond voor een verwerking door overheidsinstanties kan aangewend worden in het kader van de uitoefening van hun (overheids-)taken van algemeen belang.

In de gegeven omstandigheden zal de verwerking en gebeurlijke uitwisseling van (bijzondere) persoonsgegevens in het kader van de het toezicht en de handhaving van de emissievrije zones, in hoofde van alle betrokken overheidsinstanties, dus moeten gebaseerd worden op ofwel een wettelijke plicht ofwel een taak van algemeen belang ofwel een overeenkomst met de betrokkene, voor de verwezenlijking respectievelijk tenuitvoerlegging waarvan de verwerking van de betreffende persoonsgegevens noodzakelijk is. Het sluiten van overeenkomst met iedere betrokkene is - praktisch gezien - weinig realistisch. Idealiter wordt - rekening houdende ook met de gestrengheid waarmee de toezichthoudende autoriteiten de rechtmatigheid van gegevensverwerkingen beoordelen - daarom voorzien in een aparte, wettelijke grondslag voor de verwerking van persoonsgegevens in het kader van de emissievrije zones. Dit des te meer indien er overwogen wordt om te werken met een decretaal initiatief. Indien een wettelijke kaderregeling met betrekking tot de emissievrije zones zou ingeschreven worden in een decretaale norm (al dan niet in amendering van het bestaande LEZ-decreet), wordt hierin - bij voorkeur - tevens voorzien in één of meerdere bepalingen die de verwerking van persoonsgegevens regelen. Hierbij dient de wijze te voldoen aan alle eisen die hieraan worden gesteld door art. 6 Algemene Verordening Gegevensbescherming:

Art. 6. 1. De verwerking is alleen rechtmatig indien en voor zover aan ten minste een van de onderstaande voorwaarden is voldaan:

- (...) c) de verwerking is noodzakelijk om te voldoen aan een wettelijke verplichting die op de verwerkingsverantwoordelijke rust;
- (d) de verwerking is noodzakelijk om de vitale belangen van de betrokkene of van een andere natuurlijke persoon te beschermen;
- (e) de verwerking is noodzakelijk voor de vervulling van een taak van algemeen belang of van een taak in het kader van de uitoefening van het openbaar gezag dat aan de verwerkingsverantwoordelijke is opgedragen;

(...) 3. De rechtsgrond voor de in lid 1, punten c) en e), bedoelde verwerking moet worden vastgesteld bij: a) Unierecht; of b) lidstatelijk recht dat op de verwerkingsverantwoordelijke van toepassing is.

Het doel van de verwerking wordt in die rechtsgrond vastgesteld of is met betrekking tot de in lid 1, punt e), bedoelde verwerking noodzakelijk voor de vervulling van een taak van algemeen belang of voor de uitoefening van het openbaar gezag dat aan de verwerkingsverantwoordelijke is verleend. Die rechtsgrond kan specifieke bepalingen bevatten om de toepassing van de regels van deze verordening aan te passen, met inbegrip van de algemene voorwaarden inzake de rechtmatigheid van verwerking door de verwerkingsverantwoordelijke; de types verwerkte gegevens; de betrokkenen; de entiteiten waaraan en de doeleinden waarvoor de persoonsgegevens mogen worden verstrekt; de doelbinding; de opslagperioden; en de verwerkingsactiviteiten en -procedures, waaronder maatregelen om te zorgen voor een rechtmatige en behoorlijke verwerking, zoals die voor andere specifieke verwerkingssituaties als bedoeld in hoofdstuk IX. (...)

(eigen onderlijning)

Voor het overige zullen de (persoons-)gegevensverwerkingen in het kader van het toezicht en handhaving op de emissievrije zones ook moeten voldoen aan de overige beginselen inzake verwerking van persoonsgegevens die zijn opgenomen in art. 5 Algemene Verordening Gegevensbescherming. Deze 'verwerkingsbeginselen' houden concreet in dat:

- Behoorlijkheid en transparantie: de persoonsgegevens moeten verwerkt worden op een wijze die voor de betrokkene behoorlijk en transparant is, zodat er (voldoende) rekenschap zal gegeven moeten worden van de informatieplichten die (art. 13 en 14 van) de Algemene Verordening Gegevensbescherming installeert in hoofde van de verwerkingsverantwoordelijke(n).
- Doelbinding: de persoonsgegevens die noodzakelijk zijn voor de uitvoering van het toezicht en de handhaving op de emissievrije zones enkel voor welbepaalde, uitdrukkelijk omschreven en gerechtvaardigde doeleinden mogen worden verzameld en vervolgens niet verder mogen verwerkt worden op een met die doeleinden onverenigbare wijze.
- Proportionaliteit (nl. evenredigheid) en subsidiariteit (nl. noodzakelijkheid): Het doel van de (persoons-)gegevensverwerkingen moet helder, duidelijk en beperkend (omschreven) zijn waarbij eveneens rekening wordt gehouden door alle verantwoordelijke actoren met de beginselen van proportionaliteit en subsidiariteit.
Het beginsel van proportionaliteit noopt tot een zorgvuldige afweging tussen de diverse belangen die met het toezicht en de handhaving van de emissievrije zone worden nagestreefd (zoals de voorgenomen beperking van milieu- en gezondheidshinder) en de mate waarin de persoonlijke levenssfeer van betrokkene(n) word(en)(t) geraakt.
Het beginsel van subsidiariteit stelt het handhavende bestuur voor de vraag of de voorgenomen gegevensverwerking het enige ter beschikking staande middel is, dan wel of er andere minder op de persoonlijke levenssfeer inbreuk makende mogelijkheden zijn die tot hetzelfde resultaat leiden.
- Minimale gegevensverwerking: de persoonsgegevens die verwerkt (moeten) worden ten behoeve van het toezicht en de handhaving van de emissievrije zones moeten niet enkel (voor de verwerkingsverantwoordelijke) toereikend en ter zake dienend zijn, maar moeten

ook strikt beperkt blijven tot hetgeen noodzakelijk is voor de (vooropgestelde) doeleinden waarvoor zij worden verwerkt. De verzamelde en verwerkte persoonsgegevens moeten dus minimaal in omvang zijn. In die mate dat minder persoonsgegevens verzamelen en verwerken zou inhouden dat het voorgenomen verwerkingsdoeleinde bereikt zou kunnen worden.

- **Juistheid:** de persoonsgegevens die verwerkt worden moeten -inhoudelijk- correct zijn, en desgevallend geactualiseerd worden.
- **Opslagbeperking:** de persoonsgegevens die verwerkt worden in het kader van het toezicht en de handhaving van de emissievrije zones moeten worden bewaard in een vorm die het mogelijk maakt de betrokkenen niet langer te identificeren dan voor de doeleinden waarvoor de persoonsgegevens worden verwerkt noodzakelijk is. De persoonsgegevens mogen geenszins langer bewaard worden dan noodzakelijk is voor het doeleinde waarvoor ze worden verwerkt.
- **Integriteit en vertrouwelijkheid:** teneinde de integriteit, vertrouwelijkheid en beschikbaarheid van de gegevensverwerking(en) en persoonsgegevens te waarborgen, dient er voorzien te worden in passende organisatorische en technische (beveiligings-)maatregelen. Hierbij dient rekening gehouden te worden met de stand van de techniek, de uitvoeringskosten, en de aard, de omvang, de context en het doel van de verwerking alsook met de waarschijnlijkheid en ernst uiteenlopende risico's voor de rechten en vrijheden van natuurlijke personen welke aan de verwerking verbonden zijn.

Een concrete toetsing van de handhavingvorm(en) aan deze verwerkingsbeginselen is in deze onderzoeksfase niet mogelijk, gezien zulke beoordeling afhankelijk is van het weerhouden handhavingssysteem of -systemen, de organisatorische en technische beveiliging daarvan, de concrete functionaliteiten en doeleinden, etc. Een concrete toetsing zal zich desalniettemin wél opdringen, ook nu er voor aanvang van enige verwerkingsactiviteit ook een gegevensbeschermingseffectoedeling (een zgn. DPIA) zal moeten opgemaakt worden.

4.6.3 Vormen van flankerende handhaving

Emissievrije stedelijke distributie gaat uit van het opzet-/idee dat binnen een geografisch afgebakende zone een selectief toelatingsbeleid voor emissievrij logistiek (stads-)verkeer wordt gehanteerd. Dit zodat er in deze afgebakende zone enkel logistiek stadsverkeer wordt toegelaten zonder uitlaatemissie van broeikasgassen en luchtpolluenten. In die context zorgt het (te) langdurig bezet houden (zgn. laadpaalkleven) en/of het onterecht innemen van plaatsen voor laadinfrastructuur voor een inefficiënt gebruik van de beschikbare laadinfrastructuur in de emissievrije zone, hetgeen het emissievrij rijden in zones bemoeilijkt. Om ervoor te zorgen dat de beschikbare laadinfrastructuur correct gebruikt wordt, is het van belang om hierop te handhaven.

In dit verband kan in eerste instantie gedacht worden aan voertuigen met een verbrandingsmotor (bv. een diesel- of benzinevoertuig) die een parkeerplaats innemen die voorbehouden is voor het opladen van elektrische goederen-voertuigen. Parkeerplaatsen aangeduid met verkeersbord *E9a* en onderbord "*Elektrische voertuigen*" mogen in de regel enkel gebruikt worden door voertuigen met een elektrische motor (plug-in hybrides of volledige elektrische voertuigen). Aanvullend kunnen de beschikbare onderborden ook een bepaalde voertuigcategorie aanduiden. Alle andere voertuigen mogen, indien niet verder gespecificeerd in het aanvullend (politie)reglement, deze parkeerplaatsen niet gebruiken. Op deze verkeersovertredingen worden de traditionele methodes van handhaving op vlak van (fout-)parkeren toegepast. Dit volgens art. 29 van de Wegcode of een gemeentelijk administratieve sanctie (GAS-boete). Deze overtredingen worden vastgesteld door de politie of door de GAS-vaststeller, en worden bij moment van schrijven bestraft met een boete van €58. Ingevolge een recente aanpassing van de Wegcode wordt eenzelfde boete voorzien ingeval een elektrisch voertuig een parkeerplaats, voorbehouden voor het opladen van elektrische voertuigen, inneemt, - zonder daarbij geconnecteerd te zijn met de laadpaal. Verder is het voor deze gevallen uiteraard ook mogelijk dat het lokale bestuur - als wegbeheerder van de gemeentewegen - een tijdsbeperking (bv. blauwe zone) instelt op parkeerplaatsen voorbehouden voor het opladen van elektrische

voertuigen. Of de lokale overheid kan ook een parkeertarief hanteren teneinde het (te) langdurig bezet houden van deze parkeerplaatsen tegen te gaan.

Tot slot kan er ook sprake zijn van een inefficiënt gebruik van de beschikbare laadinfrastructuur. Ingeval een elektrisch voertuig een parkeerplaats voor het opladen van elektrische voertuigen inneemt en geconnecteerd is met de laadpaal maar de batterij is volledig opgeladen bijvoorbeeld. Niettegenstaande zulke praktijk in de regel is toegelaten, kan dit de transitie naar een emissievrije stedelijke distributie vertragen. Het gewijzigde art. 70.2.1,3° Wegcode vereist immers enkel dat de wagen moet verbonden zijn met de laadinfrastructuur: de stekker moet erin zitten en de verbinding tussen het voertuig en het oplaadpunt moet geactiveerd zijn. In de ideale situatie wordt een volgeladen elektrisch voertuig immers meteen verzet door de bestuurder. Naast de goodwill van de bestuurders om tijdig een volgeladen voertuig te verplaatsen, beschikt de wegbeheerder ook over een aantal handvatten voorhanden om rotatie te creëren aan laadpalen, meer in bijzonder via het lokale parkeerbeleid en/of het invoeren van een zgn. rotatietarief.

- Lokaal parkeerbeleid: het lokale wegbeheer kan aansturen op het verplaatsen van (volgeladen) voertuigen door een blauwe of betalende zone in te richten aan de oplaadvakken. Dit zal de rotatie van volgeladen voertuigen in de hand in de hand werken.
- Een rotatietarief: het rotatietarief is een prijs per tijdseenheid die aan bestuurders van elektrische voertuigen wordt aangerekend vanaf het moment dat het voertuig is volgeladen. Het rotatietarief staat los van het betalend parkeren, of andere parkeerregimes. Via de plaatsingsprocedure vanuit het Departement MOW is de mogelijkheid voorzien om een rotatietarief te hanteren aan normale laadpalen en snellaadpalen. Omdat de nood voor een rotatietarief lokaal kan variëren, is de mogelijkheid echter ook voorzien om dit per stad of gemeente in te voeren, met dien verstande dat de beslissing hierover in handen blijft van het Departement MOW.

4.7 Omvang

De omvang van de zone waarin de stedelijke distributie emissievrije georganiseerd wordt bepaalt het aantal emissievrije voertuigen die nodig zijn, de vereiste laadinfrastructuur en energiebehoefte, de handhavingsstrategie en infrastructuur en de impact van de transitie op emissies en transport externaliteiten.

De vraag stelt zich dus welke omvang van emissievrije zone het meest aangewezen is. Hiervoor dienen verschillende criteria in beschouwing te worden genomen.

- Een belangrijk criterium in de keuze van de omvang van de emissievrije zone is de impact die de zone heeft op het **reduceren van de CO₂ en luchtvervuilende emissies**. Dit is immers het hoofddoel van invoering. Onderzoek in Nederland toont aan dat er voor kleine emissievrije zones beperkte CO₂ en luchtpollutie reducties worden vastgesteld wanneer het omliggende gebied meegenomen wordt. De studie onderzocht de impact van een invoering van realistische emissievrije zones voor goederenvervoer in stadskernen Rotterdam, Den Haag, Delft, Leiden, Zoetermeer, Dordrecht en Gouda. De impact op gemeentenniveau berekend voor heel Zuid-Holland. De totale CO₂ uitstoot van het goederenvervoer in het onderzoeksgebied werd met 1,9% gereduceerd door de invoering van de emissievrije zones. In sommige gemeenten werden toenames vastgesteld met uitschieters tot 5,9% hoofdzakelijk ten gevolge van rerouting op het hoofdwegennet (de Bok et al., 2022).
- Het tweede criterium is eveneens verbonden aan het doel van invoering, zijnde het emissievrij maken van stedelijke distributie. **Doorgaand goederenvervoer**, waaronder lange-afstandstransport behoort niet tot de doelgroep. Die toepassing wordt gekenmerkt door een ander rijprofiel (snelheid, omvang voertuig, afstand van ritten) en bijhorend laadprofiel. Het is bijgevolg belangrijk om stedelijk goederenvervoer te kunnen onderscheiden van doorgaand goederenvervoer. Dit kan grotendeels door de geografische afbakening van de emissievrije zone – onder andere door snelwegen en hoofdwegen die het doorgaand goederenverkeer normaliter opvangen uit te sluiten van de ZEZ.

- Een derde criterium zijn de **handhavingsmogelijkheden** dewelke afhankelijk van de omvang van de emissievrije zone meer of minder geschikt zijn. Indien de ZEZ beperkt blijft tot een één of een paar winkelstraten dan kan dit relatief gemakkelijk gehandhaafd worden (met ANPR camera's, zinkbare palen en/of fysieke toezichthouders). Hoe groter de ZEZ, hoe hoger het aantal invalswegen zal zijn en hoe meer infrastructuur er vereist zal zijn. Infrastructuur die verbonden is aan investeringskosten.
- De **kostprijs** van de invoering en het beheer van een emissievrije zone vormt het vierde criterium. De kostprijs is immers afhankelijk van de omvang van de zone. Enerzijds door de daaraan verbonden handavingsinfrastructuur (voor de overheid), maar ook het aantal emissievrije voertuigen en nodige laadinfrastructuur zal groeien bij een groter wordende ZEZ. Tegelijkertijd vormen de gecreëerde baten – reducties in emissies – voor overheden en bewoners een tegengewicht. Hoe groter de ZEZ, hoe groter de emissiereducties zullen zijn (De Bok et al., 2022).
- De omvang van de emissievrije zone is bijgevolg verbonden aan **de druk** die de zone legt **op de logistieke markt** om te verduurzamen en hun stedelijke activiteiten emissievrij te organiseren. Indien de ZEZ beperkt blijft tot één of een aantal straten (in een beperkt aantal steden), dan is het realistisch dat dit niet voor grote verschuivingen zal zorgen richting emissievrije voertuigen. Sommige logistieke dienstverleners zullen beslissen om de emissievrije straten niet meer aan te doen – met negatieve gevolgen voor bewoners en handelaars in desbetreffende straten. Andere logistieke operatoren zullen beslissen om te laden en lossen (zeker voor kleine goederen zoals e-commerce) aan het begin of einde van de desbetreffende straten (en dus ZEZ) en de laatste paar honderden meters te voet af te leggen. Dit zal voor overlast zorgen aan deze uiteinden.

De DPCL analyse toont aan dat er in kleine centrumsteden ruimtelijke concentraties zijn van leveringen langsheen een beperkt aantal winkelstraten (zie figuur 22). Vanuit promotie en handhavingsperspectief is het aantrekkelijk om de emissievrije zone te beperken tot deze straten. Vanuit maatschappelijk perspectief is het dat niet omdat de impact op emissiereducties verwaarloosbaar is. Ook voor het lokale handelsapparaat en de huishoudens die in de desbetreffende straten wonen is dit geen wenselijke invulling. Zoals eerder aangegeven zal de beperkte geografische zone immers veel (logistieke) dienstverleners niet meteen aanzetten om over te schakelen op emissievrije voertuigen. Het is daardoor niet ondenkbaar dat bijvoorbeeld de servicesector (bvb. loodgieters) of de bouwsector deze straten niet meer zullen aandoen. Ook dreigt er een risico dat leveringen voor de desbetreffende straten die toch door emissie genereerde voertuigen uitgevoerd worden, zich zullen parkeren aan de uiteinden van de emissievrije zone en de laatste (honderden) meters te voet zullen afleggen. Met alle overlast aan deze uiteinden van dien.

De klassieke Vlaamse steden kennen een middeleeuwse ontwikkeling met bijhorende omwalling, dewelke de vorige eeuw vervangen werd door een ringweg. Binnen deze ringweg bevindt zich dus de oude stadskern. Deze wordt gekenmerkt door een hogere bedrijvigheid (zie figuur 24), hetgeen zich vertaalt in een hoger aantal leveringen in deze zone (zie figuur 23). Daarnaast kent de middeleeuwse stad ook smallere straten en beperktere parkeer- en stationeringsmogelijkheden. Deze vergroten de overlast die door (goederen)transport gegenereerd worden. Bijgevolg leent deze geografische afbakening zich sterk tot een invoering van een emissievrije zone. Een groot aandeel van de stedelijke distributie wordt gecapteerd door de maatregel. Inzake handhaving is de invoering ook te controleren met een relatief hoge pakkans of zelfs de invoering van zinkbare palen. De geografische oppervlakte laat daarenboven toe om de invoering van de emissievrije zone te combineren met een actief beleid dat inzet op cargofietsen. De impact analyse die voor de ambitieniveaus werd opgesteld en in Sectie 5.3 gepresenteerd wordt, gaat tevens uit van een geografische afbakening die gebaseerd is op de stedelijke ringwegen.

Toegepast op de drie onderzoeksteden resulteert de middeleeuwse ring als afbakening voor 54 te controleren invalswegen in Antwerpen (R10). Leuven telt 36 dergelijke invalswegen voor haar middeleeuwse stad (R23), en Kortrijk (R36) telt er 19. Noteer dat voor deze studie een ruimer gebied

gekozen werd voor Kortrijk, zijnde de R8 ringweg. Deze telt slechts 42 te controleren invalswegen. Bij inzet van ANPR camera's kan een kost van 10.000 euro per stuk gerekend worden. Prijzen voor de camera's kunnen oplopen, anderzijds staan er op bepaalde invalswegen reeds ANPR camera's (meer dan 3.000 in Vlaanderen). Dat zorgt voor een kost van 540.000 euro, 360.000 euro en 190.000 euro voor het plaatsen van ANPR camera's ter controle van de emissievrije zone in respectievelijk Antwerpen, Leuven en Kortrijk. Indien de R8 voor Kortrijk gehanteerd wordt, dan komt dit neer op een ingeschatte kostprijs van 420.000 euro. Voor de Vlaamse centrumsteden – uitgaande dat Antwerpen het equivalent is van Gent en het gemiddelde van Leuven en Kortrijk het equivalent zijn van de andere centrumsteden – komt dit op een totale kostprijs voor ANPR camera's van 4.050.000 euro. Aanvullend wordt de uitwerking van de databank geraamd op 100.000 euro, gebaseerd op de ingeschatte kostprijs van de uitwerking van de databank voor de huidige LEZ in Vlaanderen.

Tot slot kan een emissievrije zone ook de omvang aannemen van het hele stedelijke grondgebied. Dit is uitdagender inzake handhaving, maar vergroot wel het level playing field voor de actoren die binnen de stad actief zijn. Bij een dergelijk grote zone worden ook transitstromen beïnvloed. Daardoor is er nauwelijks een risico dat de invoering van de zone zal leiden tot emissie stijgingen in het gebied rondom de stad. Dit leidt, indien alle centrumsteden een uniform beleid invoeren, tot een relatief grote 9% reductie in CO₂ uitstoot van het gehele goederenvervoer in Vlaanderen (van Lier et al., 2019).

5 Ambitieniveau

5.1 Inleiding

In de voorgaande secties werd ingegaan op de huidige stedelijke distributie, de vereisten die nodig zijn om deze stedelijke distributie emissievrij te organiseren, de manieren waarop dit kan gerealiseerd worden en tot slot de handhaving ervan. Om de stedelijke distributie emissievrij te organiseren is een omslag naar elektrificatie nodig. Deze transitie is ingezet, maar zonder beleid en engagement zal emissievrije stedelijke distributie pas tegen 2040 voltrokken zijn. Conform de Vlaamse doelstelling (Vlaams Energie en Klimaatplan) en Europese doelstelling (White Paper 2011 emissievrije stedelijke distributie in de grote steden tegen 2030) is een versnelling nodig. Op basis van voorgaande geproduceerde en verzamelde kennis worden daarom vier ambitieniveau scenario's voorgesteld, dewelke bepalend zullen zijn voor de mate waarin de transitie versneld zal worden.

Het onderzoeksluik dat in dit rapport gepresenteerd wordt vormt de basis voor luik 2 dat inzet op de implementatie. Tevens zal de Vlaamse overheid in communicatie gaan met de verschillende actoren. Deze laatste zullen verwachtingen hebben, en het is aan de Vlaamse overheid om daar een positie in te nemen. Om deze positie te kunnen bepalen is een onderbouw nodig, dewelke in deze Sectie gepresenteerd wordt aan de hand van vier ambitieniveau scenario's.

In de volgende paragraaf wordt er dieper ingegaan op de vorm die het decretaal kader kan aannemen. De Vlaamse overheid zal met haar decretaal kader voor emissievrije stedelijke distributie rekening moeten houden met:

- Het type overeenkomst – incl. het bindend karakter – die met alle actoren gesloten zal worden.
- De vrijheid die aan lokale overheden geven wordt inzake omvang, handhaving, etc.
- Het gevraagde ambitieniveau en eventuele uitzonderingen hierop

Daarna worden vier ambitieniveau scenario's toegelicht, evenals de socio-economische en de duurzaamheidsimpact die de ambitieniveaus zullen hebben. De gepresenteerde resultaten zijn deze voor een emissievrije zone ter grootte van de middeleeuwse stad van een gemiddelde onderzoekstad. Er wordt daarnaast stilgestaan bij het verschil tussen de onderzoeksteden, zodoende dat andere Vlaamse centrumsteden zich hierop kunnen baseren. De resultaten van de ambitieniveaus tegen 2025, 2030, 2035 en 2040 worden vergeleken met basis of business as usual die neerkomt op een verderzetting van de huidige stedelijke distributie. Deze werd gepresenteerd in Sectie 3.

5.2 Type overeenkomsten

De Vlaamse regering streeft naar een breed gedragen methodiek voor de vormgeving en invoering van de emissievrije zones in Vlaanderen. In de "Nota aan de Vlaamse regering betreffende Emissievrije stedelijke distributie" wordt een eerste stap in het voorgestane plan van aanpak, omschreven als volgt:

"We stellen voor om te werken via een kader op Vlaams niveau, gevolgd door overeenkomsten op stedelijk niveau. Deze aanpak wordt ook door de steden ondersteund.

Het doel van het Vlaamse kader is het vastleggen van afspraken tussen de Vlaamse overheid, de steden en de bedrijven. Hiermee streven we in de eerste plaats uniformiteit na in het formuleren van heldere doelstellingen (met ingang vanaf 2025 en met horizon 2030), een coherente visie op hoe die doelstellingen te bereiken en het flankerend beleid dat hiervoor nodig is. In punt 2 gaan we dieper in op een aantal inhoudelijke aspecten.

We proberen om minstens met alle centrumsteden een kaderovereenkomst af te sluiten.

(...) Er wordt niet alleen een kader als beleidsvereenkomst tussen de Vlaamse overheid en de centrumsteden afgesloten, ook grote bedrijven en sectorfederaties worden mee genomen. Stedelijke logistiek houdt immers niet op bij een stadsgrens en bedrijven leveren vaak in meerdere steden.

Het kader mondt uit in een decretaal kader met overkoepelende regelgeving dat op 1 januari 2025 in werking treedt (zie B). De steden kunnen hier vrijwillig op intekenen (cfr. LEZ). Het kader laat naast uniformiteit, ook lokaal maatwerk toe. (...)"

Vraag is onder welke vorm van 'kaderovereenkomst' deze uniforme doelstellingen rond emissievrije stedelijke distributie, de wijze waarop deze doelstellingen bereikt kunnen worden en het flankerend beleid hierrond kunnen geformuleerd worden. Contracteren met de overheid kan immers in diverse vormen gebeuren. Het steunt op de gemeenrechtelijke bepaling in art. 5.40 Burgerlijk Wetboek (art. 1123 van het (Oud) Burgerlijk Wetboek), op basis waarvan eenieder contracten kan aangaan indien hij daartoe door de wet niet onbekwaam is verklaard. Men kan met de overheid contracteren als titularis van subjectieve rechten, de "gewone overeenkomst met de overheid". Of men kan contracteren met de overheid als overheid, het zgn. "administratief contract". Daarnaast bestaat er ook een categorie van de zgn. *beleidsvereenkomsten* sensu lato, ook wel convenanten genoemd. De beleidsvereenkomst verschilt van de overig genoemde categorieën van overeenkomst vooral op vlak van het voorwerp, dat bestaat uit het formuleren of uitvoeren van een bepaald beleid.

Overheidsbeleid kan tot stand komen, uitgevoerd en afgedwongen worden op ofwel eenzijdige, verticale wijze ofwel op meerzijdige, horizontale wijze. Of anders gesteld: het betreft de keuze om hetzij volgens de klassieke techniek het prerogatief als overheid uit te oefenen en de rechtspositie van burgers top down te regelen, hetzij om als onderhandelende overheid met partners op gelijke voet te ageren. Opgemerkt dient dat de keuze voor een meerzijdig optreden niet perse het eenzijdig optreden uitsluit. Het kan een voorafname zijn op het navolgend eenzijdig overheidsoptreden. Beleidsvorming kan meerzijdig gebeuren door middel van beleidsvereenkomsten, waarbij partners betrokken worden bij de totstandkoming van een bepaald beleid. Verder kan er ook op vlak van beleidsuitvoering aan meerzijdig overheidsbeleid gedaan worden, met name wanneer het beleid door de overheid reeds werd uitgestippeld (bv. PPS-projecten). Ten slotte kan ook beleidshandhaving meerzijdig georganiseerd worden, waarbij de afdwinging en uitvoering van een uitgestippeld beleid in dialoog met de betrokkene(n) gebeurt (bv. de minnelijke schikking op grond van de VCRO of het Onroerend Erfgoeddecreet).

De beleidsvereenkomsten sensu lato zijn een vorm van meerzijdig overheidshandelen, waarbij de overheid met andere partners haar beleid wenst uit te stippelen, uitvoeren en/of handhaven.

5.2.1.1 Instrumentarium om te contracteren met de overheid

Zoals bovenstaand al werd aangegeven, bestaan er op heden diverse instrumenten om de samenwerking en afspraken op het vlak van beleid tussen overheden onderling en met private actoren vast te leggen. In overkoepelende zin worden zulke afspraken vastgelegd in zgn. beleidsvereenkomsten sensu lato. Dit is een begrip waarvoor er op heden geen eenvormige begripsbepaling voorligt. Hetgeen ook bevestigd werd door het Rekenhof, en -recenter- de Vlaamse Regering in het kader van de totstandkoming van het Instrumentendecreet.

Een vroege maar nog steeds gehanteerde definitie van de beleidsvereenkomst sensu lato uit de rechtsleer, werd in 1984 geboden door prof. VAN GERVEN, als volgt:

"Een beleids- (of bestuurs-) overeenkomst is een door de overheid (met een andere overheid, veelal echter, met een particulier) gesloten overeenkomst tot formulering en/of tenuitvoerlegging van haar beleid, inhoudelijk dan wel institutioneel, in het algemeen of, meestal, in een bepaalde sector."

Het is van belang hierbij tegelijk de term 'convenant' toe te lichten, gezien deze vaak als synoniem van beleidsvereenkomst gebruikt wordt. De term convenant spruit voort uit de redenering dat een

beleidsovereenkomst een beperkt afdwingbaar karakter zou hebben. Hierdoor opteert men eerder te spreken van convenanten dan van overeenkomsten. De niet-naleving van een beleidsovereenkomst zou geen juridische sancties tot gevolg hebben, maar louter een negatieve beeldvorming van de betrokken partijen. De voormelde redenering wordt door recentere rechtsleer bekritiseerd, stellende dat een beperkte binding strijdig zou zijn met het wettelijke principe dat iedere overeenkomst partijen tot wet strekt. Dit tenzij uitdrukkelijk gewag gemaakt wordt van een gentlemen's agreement. Het staat in zekere mate ook diametraal tegenover de juridische afdwingbaarheid en implicaties die in de rechtspraak van de Raad voor Vergunningsbetwistingen wordt toegeschreven aan het zgn. Burgemeestersconvenant.

De beleidsovereenkomst sensu lato kent verscheidende verschijningsvormen en kenmerken:

- **De beleidsovereenkomst sensu stricto**

Als eerste categorie wordt de beleidsovereenkomst sensu stricto geïdentificeerd, ook wel genoemd het beleidsconvenant sensu stricto, dewelke door prof. VAN GERVEN als volgt wordt gedefinieerd:

"[...] overeenkomsten waarbij een overheid aan haar beleid concrete gestalte geeft, niet via het uitvaardigen van een publiekrechtelijke regeling maar via contractuele schikkingen."

Met een beleidsovereenkomst sensu stricto wordt in de regel een contractuele invulling aan het eigen beleid gegeven. Het maakt ook meteen het onderscheid met een gewoon overheidscontract. Een onderscheid dat evenwel niet altijd even duidelijk is afgelijnd. In de rechtsleer vereist men daarom dat, benevens de normale contractuele bepalingen, minstens één element wordt opgenomen dat (rechtstreeks) bijdraagt tot het beleid. Het gaat om een veelal theoretisch onderscheidingscriterium, zonder concrete juridische implicaties.

- **De bevoegdhedenovereenkomst**

Een tweede categorie is de zgn. bevoegdhedenovereenkomst, ook wel bevoegdheidsovereenkomst of bevoegdhedenconvenant genoemd. Deze wordt door prof. VAN GERVEN gedefinieerd als volgt:

"Een bevoegdhedenovereenkomst is een door de overheid en één of meer overheden, natuurlijke en/of private (rechts)personen gesloten overeenkomst waarbij de overheid er zich ten aanzien van de andere contractspartij(en) toe verbindt om haar verordening- of beslissingsbevoegdheid op een bepaalde wijze uit te oefenen dan wel niet uit te oefenen".

De Nederlandse auteur KOEMAN omschrijft deze vorm van beleidsovereenkomst als volgt:

"[...] overeenkomsten waarbij de overheid zich jegens een burger verplicht van haar publiekrechtelijke bevoegdheden een bepaald gebruik te maken of daarvan geen gebruik te maken."

Anders dan in Nederland aanvaardt de Belgische rechtsleer dat de bevoegdheden waarover gecontracteerd worden in een bevoegdhedenovereenkomst 'de verordening- of beslissingsbevoegdheid dan wel de bevoegdheid om eenzijdig op te treden' behelzen, en dit in principe ook enkel in zoverre deze bevoegdheden discretionair van aard zijn. Met andere woorden wanneer een overheid over een gebonden bevoegdheid beschikt, kan men niet kiezen op welke wijze deze bevoegdheid wordt uitgeoefend: er is maar één optie. Toch wordt een bevoegdhedenovereenkomst ook mogelijk geacht in het geval van een gebonden bevoegdheid, in zoverre er in voorkomend geval marge bestaat in de interpretatie van regelgeving en de kwalificatie van bepaalde onderliggende feiten. Sommige rechtsleer maakt ter zake nog een onderscheid tussen enerzijds een negatieve bevoegdhedenovereenkomst waarin de overheid zich ertoe verbindt een bevoegdheid niet uit te oefenen. Anderzijds een positieve bevoegdhedenovereenkomst waarin de overheid zich ertoe verbindt een bevoegdheid uit te oefenen en/of op een bepaalde wijze uit te oefenen.

- **De bestuursovereenkomst**

Een derde en laatste categorie betreft de zgn. bestuursovereenkomst, of bestuursconvenant, dewelke door prof. LEUS worden omschreven als volgt:

"[...] de categorie van convenanten die uitsluitend op de tenuitvoerlegging van het beleid slaan".

Het begrip bestuursovereenkomst is echter gecontesteerd, gezien het uitgaat van een beperkte definitie van de beleidsovereenkomst *sensu stricto* die in onderhavig geval slechts het formuleren van beleid tot voorwerp heeft. Dit terwijl de term bestuursovereenkomst het uitvoeren van beleid tot voorwerp heeft. Rechtsleer die de term bestuursovereenkomst afwijst meent dat de term beleidsovereenkomst *sensu stricto* de lading (afdoende) dekt van zowel het formuleren als het uitvoeren van beleid, zonder dat een afzonderlijke categorie van bestuursovereenkomsten wordt weerhouden, te meer nu het onderscheid geen concrete juridische implicaties met zich zou meebrengen.

5.2.1.2 Juridische kwalificatie van de beleidsovereenkomst *sensu lato*

Hoewel hun benaming anders zou kunnen laten vermoeden, zijn de (3) besproken categorieën van de beleidsovereenkomst *sensu lato* zijn geen nieuw soort instrument. Ongeacht de gehanteerde titulatuur, blijven het in se overeenkomsten, die in principe onderhevig zijn aan het gemeen contractenrecht.

D'HOOGHE hanteert hiervoor het adagium "*kiezen is verliezen*", waarmee hij impliceert dat als een overheid ervoor kiest om te contracteren, deze ook gebonden is door dezelfde contractuele principes als zijn (private) contractspartij, zoals een uitvoering te goeder trouw, de verbindende kracht van de overeenkomst (*pacta sunt servanda*), ... Waarbij (enkel) de beginselen van behoorlijk bestuur, waardoor iedere overheid gebonden is, desgevallend beperkingen en aanvullingen op het gemeen contractenrecht kunnen vereisen, bijvoorbeeld omwille van het principieel in acht te nemen gelijkheids- en transparantiebeginsel.

5.2.1.3 Afdwingbaarheid van de beleidsovereenkomst *sensu lato*

De mate waarin een instrument afdwingbaar is, is niet determinerend in de bepaling of het al dan niet om een beleidsovereenkomst gaat. Een beleidsovereenkomst *sensu lato* kan in principe perfect bindende en/of niet-bindende bepalingen bevatten. Partijen zijn gebonden door obligatoire, in rechte afdwingbare verbintenissen, dan wel door louter morele, niet in rechte afdwingbare verbintenissen (in welk geval men ook wel spreekt van een zgn. *gentlemen's agreement*). Het rechtsstatuut van het gekozen instrument om te contracteren zal in de eerste plaats dus afhankelijk zijn van de kwalificatie die partijen er zelf uitdrukkelijk aan geven: de keuze ligt dus bij de wil van de partijen zelf om te bepalen in welke mate zij zich onderling wensen te verbinden. Indien deze wil van partijen niet uitdrukkelijk blijkt uit het instrument, moet deze nagegaan worden aan de hand van de interpretatieregels van het Burgerlijk Wetboek.

Een *gentlemen's agreement*, of herenakkoord, wordt gedefinieerd als een rechtens vrijblijvende afspraak die per definitie enkel een moreel gezag bezit en die in rechte niet afdwingbaar is. Partijen opteren er in voorkomend geval -bewust- voor om zich niet juridisch te verbinden door bepaalde verbintenissen, welke in andere omstandigheden wel degelijk als juridisch afdwingbaar zouden kunnen kwalificeren. Indien zulk akkoord aan een rechtbank zou worden voorgelegd, dient de rechter dit niet-bindend karakter te respecteren, met uitzondering van eventuele inbreuken op regels van openbare orde, goede zeden of dwingend recht.

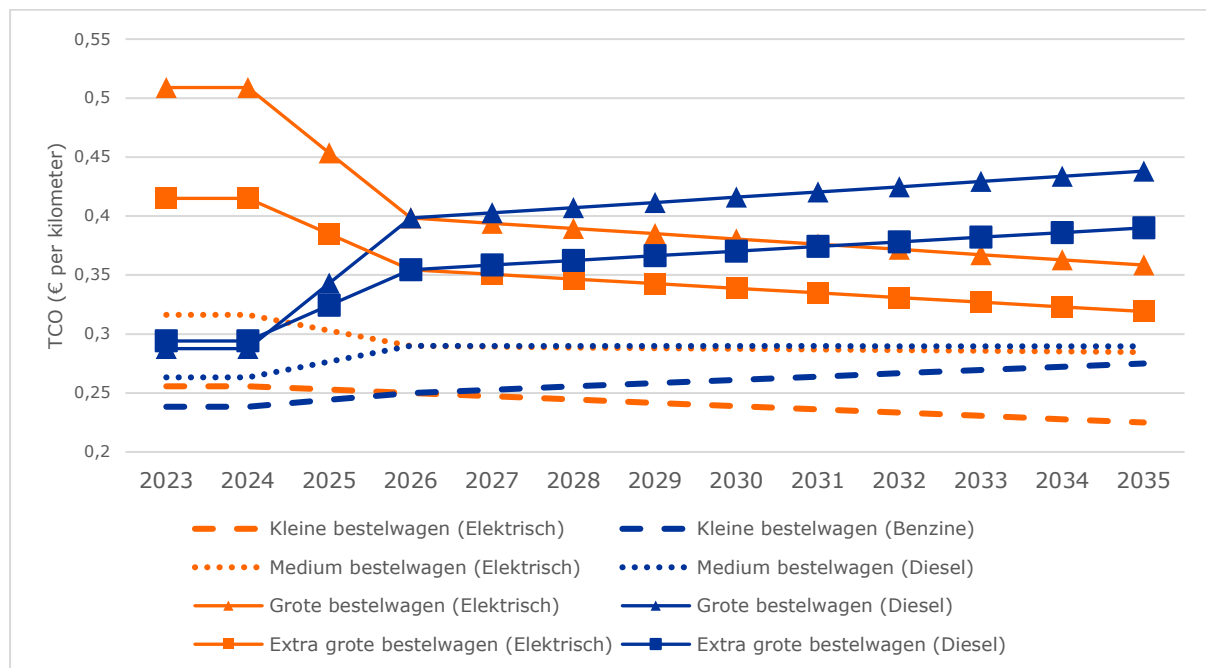
5.2.1.4 Conclusie

Voor de implementatie van emissievrije stedelijk distributie zullen zowel regelgeving – een decreet – en een afsprakenkader tussen verschillende overheden en private partners nodig zijn. De Vlaamse overheid beschikt over een zekere mate van vrijheid om te bepalen hoe dit afsprakenkader er finaal zal uitzien. Protocollen, pacts, intentieovereenkomsten, samenwerkingsakkoorden... Het zijn allen benamingen voor in meer of mindere mate gelijkaardige instrumenten, in die zin dat zij beogen een

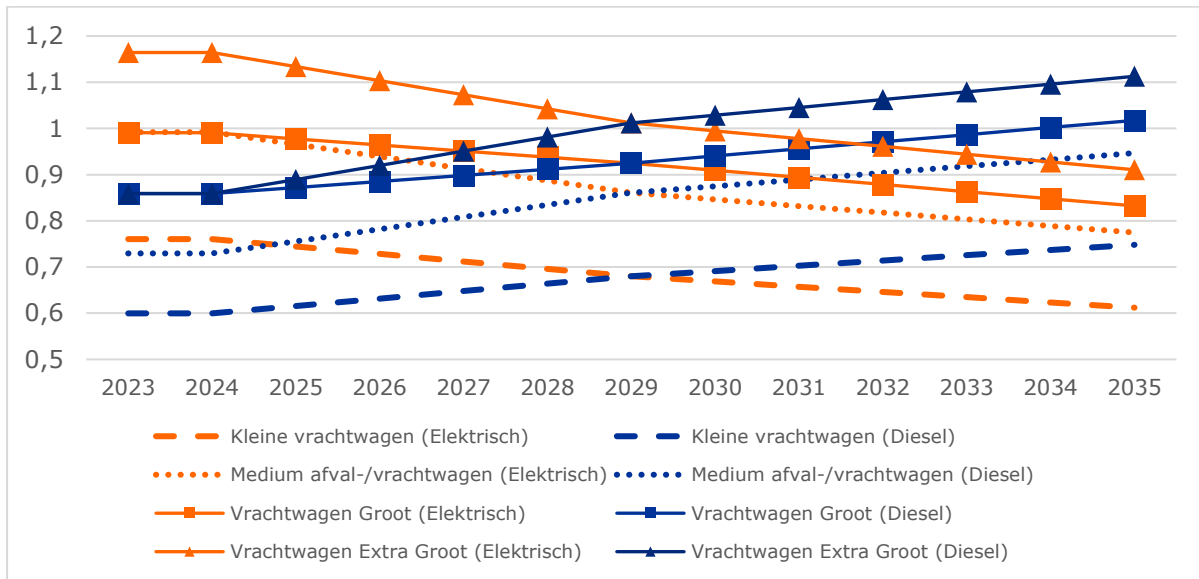
vorm van samenwerking mogelijk te maken met de formulering of uitvoering van beleid, in een minder afdwingbare context, doch waarvan finaal de concrete inhoud en wil van partijen hiervoor determinerend zal zijn. Afhankelijk van de concrete inhoudelijke bepalingen én vooral de bewoording daarvan, zal het gehanteerde instrument dus in meer of mindere mate afdwingbaar zijn ten opzichte elkaar.

5.3 Ambitieniveau scenario's

Er worden vier scenario's voorgelegd die het ambitieniveau en engagement van de Vlaamse overheid jegens de transitie en de verschillende actoren weergeeft. De samenstelling van de scenario's is gebaseerd op het uitgevoerde onderzoek. Het vertrekpunt van de ambitieniveau scenario's is de uitkomst van de TCO analyse, en met name wanneer de kostenpariteit tussen de conventionele en elektrische variant bereikt wordt. Voor bestelwagens wordt deze pariteit bereikt tegen 2026. Voor vrachtwagens bevindt deze pariteit zich rond 2029. Dit is te zien in onderstaande figuren. De redenering is dat transportbedrijven gaan overschakelen op het elektrische alternatief eens de kostenpariteit bereikt is. In eerdere jaren blijven ze de goedkopere conventionele variant aankopen. Dit houdt bijgevolg in dat deze conventionele voertuigen nog ingezet worden na de kostenpariteit bereikt wordt. Pas wanneer deze conventionele voertuigen afgeschreven zijn - refererend naar de looptijden in Tabel 10 - worden zij vervangen door een nieuwe, in dit geval elektrische variant.



Figuur 52: Total Cost of Ownership voor bestelwagens tussen elektrische en conventionele variant



Figuur 53: Total Cost of Ownership vrachtwagens tussen elektrische en conventionele variant

Naast de TCO, houden de scenario's ook rekening met de realiteit. Men kan bijvoorbeeld in een scenario wel stellen dat de hele stedelijke distributie emissievrij moet verlopen tegen 2025. In realiteit zal dit niet haalbaar zijn bij gebrek aan voertuigen en laadinfrastructuur. Ook bijvoorbeeld voor het ontwikkelen van handhavingvormen – zoals bijvoorbeeld geofencing – dient tijd voorzien te worden.

Dit samen resulteert in vier ambitieniveau scenario's die de vork weergeven. Het eerste scenario beschrijft de evolutie bij *onveranderd beleid*. Het tweede – *beleid* – scenario gaat verder op de maatregel die Vlaanderen naar voor schuift betreffende de inschrijving van nieuwe lichte voertuigen. Het derde – *versneller* – scenario zet in op maatregelen die de transitie naar een emissievrije stedelijke distributie kunnen versnellen. Tot slot is er het – *koploper* – scenario waarin Vlaanderen binnen Europa een voortrekkersrol opneemt in het realiseren van emissievrije stedelijke distributie. De vier scenario's worden in de hierop volgende secties beschreven, evenals hun impact.

5.3.1 Onveranderd beleid scenario

5.3.1.1 Samenstelling

Het eerste scenario gaat uit van een nagenoeg onveranderd beleid, met uitzondering van de Vlaamse overheid die de juridische vereisten voor de invoering van een emissievrije zone voorziet (verkeersbord, decreet). De transitie naar stedelijke distributie in het bijzonder wordt bijgevolg hoofdzakelijk overgelaten aan de markt en de lokale overheden. Zij werken zonder coördinatie of bindende overeenkomst richting een emissievrije stedelijke distributie. Het onveranderd beleid houdt in:

- Behoud van de huidige Ecologiepremie+ inclusief de limiet van twee voertuigen per bedrijf, een financiële tegemoetkoming die via VLAiO uitgereikt wordt aan ondernemingen die investeren in emissievrije vrachtwagens. Bedrijven met meer dan twee goederenvoertuigen kunnen maar tweemaal gebruikmaken van de premie. De rest van hun vloot dient op eigen kosten geëlektrificeerd worden, waardoor de TCO voor deze voertuigen niet beïnvloed wordt.
 - Realisering van de emissienormen opgelegd door de Europese Commissie voor N1voertuigen:
 - -15% in CO₂ uitstoot vanaf 2025 ten opzichte van 2021
 - -50% in CO₂ uitstoot vanaf 2030 ten opzichte van 2021
 - -100% in CO₂ uitstoot vanaf 2035 ten opzichte van 2021
- en voor N2 en N3 voertuigen:

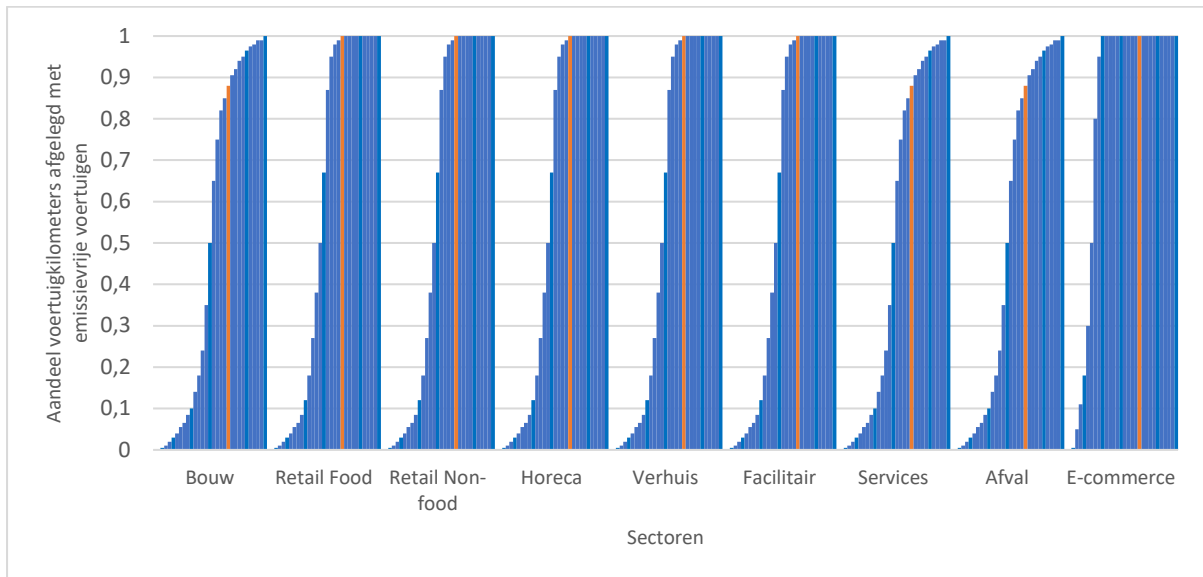
- -15% in CO₂ uitstoot vanaf 2025 ten opzichte van 2019
- -30% in CO₂ uitstoot vanaf 2030 ten opzichte van 2019
-
- Transport als ETS sector waarbij brandstoffenverdelers uitstootrechten zullen moeten kopen, hetgeen zal leiden tot duurdere benzine, diesel, gas en stookolie. Er wordt gewerkt met een prijsplafond van 45 euro per ton CO₂ en dit tot 2030. De ETS-impact zit niet rechtstreeks in de TCO verwerkt, maar er wordt wel uitgegaan dat de TCO voor fossiele aandrijvingen stijgt in functie van de tijd. Dit voornamelijk omwille van hogere emissienormen die duurdere katalysatoren vereisen.
- De Vlaamse overheid heeft een project lopen voor de uitbouw van (semi-) publieke & niet publieke laadinfrastructuur voor hoog vermogen voor elektrische vrachtwagens.
- De kilometerheffing aangepast, conform het Vlaams Klimaatplan (incl. CO₂ in prijs en nultarief voor emissievrije voertuigen). Vanuit de TCO analyse uit Logibat weet men dat de impact van deze maatregel op het emissievrij maken van de stedelijke distributie beperkt is, aangezien de maatregel in TCO perspectief voor stedelijke distributie voor een reductie van 1,5% zorgt.

Lokaal zijn er Vlaamse steden die maatregelen en initiatieven zelf nemen en/of actief ondersteunen. Voorbeelden hiervan zijn CULT in Antwerpen, Gent Levert in Gent of de Ecozone in Mechelen. Sommige steden evolueren, met Mechelen als voorloper, richting engagement verklaringen van alle actoren. In Mechelen is er al een bindend convenant voor stedelijke distributie. In Gent is er recent de ambitie om stedelijke distributie tegen 2030 in de binnenstad zo veel als mogelijk emissievrij te organiseren. De Vlaamse overheid stimuleert lokale initiatieven en piloten door middel van het uitreiken van subsidies. In dit scenario bepalen de Vlaamse centrumsteden zelf of en wanneer ze een zero-emissiezone invoeren en welke omvang van deze zones hebben. Voor de analyse wordt een invoering van een ZEZ ter grootte van de middeleeuwse stad verondersteld en dit voor bestelwagens (N1) tegen 2030 en voor N2 en N3 voertuigen tegen 2040, met de uitzondering van geconditioneerde voertuigen en zeer specifieke voertuigen (voornamelijk uitzonderlijk vervoer).

De handhaving van deze emissievrije zones dient tegen 2030 operationeel te zijn. Hiervoor dient er vanuit het beleid een decreet te zijn dat handhaving dekt. De uitvoerings- en toelatingsvoorwaarden worden niet opgenomen in het decreet, maar worden overgelaten aan de steden zelf. De Vlaamse overheid voorziet in een databank en een verkeersbord wordt voorzien. Er wordt voor de handhaving gebruik gemaakt van ANPR camera's die de nummerplaten koppelen aan het voertuigtype, emissievrije aandrijving (ja/nee) en uitzonderingen (uitzonderlijk vervoer en geconditioneerde voertuigen). Fysieke handhavers vullen het handhavingssysteem aan.

5.3.1.2 Impact

Dit scenario resulteert in een sterk uiteenlopende realisatie van emissievrije stedelijke distributie per voertuigtype. Voor bestelwagens (N1) wordt verwacht dat de transitie zich voltrokken heeft tegen 2030. Voor zwaardere wegvervoer (N2 en N3) zal een volledige emissievrije organisatie binnen de Vlaamse centrumsteden tegen 2040 een feit zijn. Er dient daarbij rekening gehouden te worden met uitzondering voor geconditioneerde voertuigen en specifieke voertuigen met een lange afschrijvingstermijn (zoals in de bouwsector). Dit eerste omdat geconditioneerde voertuigen meer batterijvermogen vereisen, waardoor hun TCO op een later moment gunstiger zal zijn dan hun dieselvariant.



Figuur 54: Aandeel emissievrije kilometers per sector tussen 2023 en 2050 in het onveranderd beleid scenario

Bovenstaande figuur 54 geeft het aandeel emissievrije elektrische voertuigkilometers weer voor stedelijke distributie in dit scenario volgens de tijd, vertrekkende van moment van schrijven (2023) tot 2050. De oranje lijn geeft het jaar 2040 weer. Er is te zien dat e-commerce eerder emissievrij zal zijn (in 2030). In dit scenario zullen alle sectoren behalve drie emissievrij zijn tegen 2040. Enkel bouw, services en afval vormen een uitdaging, met name door de aanvullende uitrusting die een deel van de voertuigvloot van deze voertuigen vereist. Aanvullend is transport en het vereiste voertuig voor bepaalde service segmenten (bvb. loodgieters) een noodzakelijk iets, maar daarom niet de hoofdactiviteit, waardoor de incentive kleiner is om deze op frequente basis te gaan vernieuwen.

De transitie naar een emissievrije logistiek loopt in Vlaamse steden dan licht voor op de Europese doelstelling die via de emissienormen uitgaan van 90% emissievrije aandrijving bij nieuwe voertuigen tegen 2040 voor de gehele logistiek. De uitdaging om lange afstand wegtransport emissievrij te organiseren is immers momenteel groter. Vlaamse steden zullen binnen Europa echter wel achterlopen op de buurlanden (Nederland, Duitsland) en Scandinavische steden waar bij verderzetting van het huidige beleid sneller tot emissievrije stedelijke distributie zal overgegaan worden.

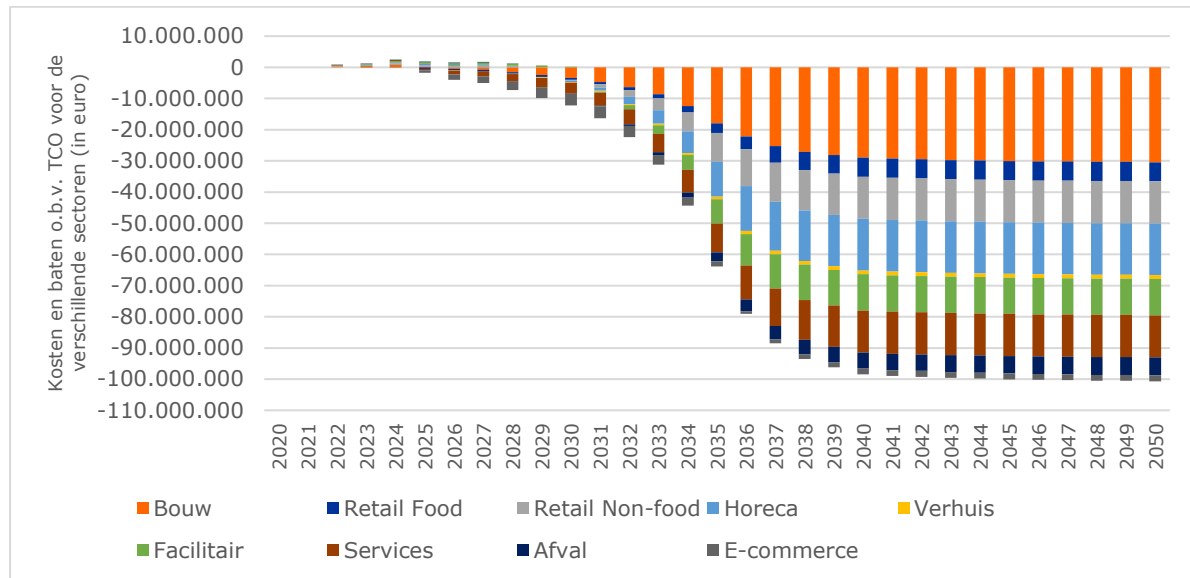
- **Socio-economische impact**

Zoals aangetoond in de TCO analyse – beschreven in Sectie 2.3 – zijn elektrische bestelwagens en zwaarder wegvervoer momenteel nog duurder dan de diesel variant. De TCO-kostenpariteit voor elektrische bestelwagens wordt voorspeld tegen 2026 en deze voor elektrische vrachtwagens tegen 2029. De onderstaande resultaten beschrijven de cumulatieve impact van het conservatieve ambitieniveau op de investeringen die logistieke ondernemingen moeten maken in het tijdsvenster 2020-2050 om activiteiten emissievrij te kunnen organiseren.

Onderstaande figuur 55 geeft het kostenverschil weer voor de verschillende sectoren en jaartallen in dit scenario op basis van de TCO en dit voor de volledigheid van de Vlaamse centrumsteden. Tegen 2050 verwacht men een baat voor de sectoren actief in de stedelijke distributie van 100,6 miljoen euro per jaar ten opzichte van conventionele voertuigen. Vooral de bouwsector zal in absolute waarden het meeste profijt hebben van elektrificatie met respectievelijke baten van 30,4 miljoen euro. Vooraleer deze baten bekomen kunnen worden volgen eerst nog jaren waarin kosten gemaakt dienen te worden om de TCO pariteit te behalen. Voor 2024 worden deze kosten ingeschat op 3,4 miljoen euro en voor 2025 nog eens 2,4 miljoen euro. 42% van deze kosten zijn voor de

bouwsector, gevolgd door retail non-food (20%), horeca (11%), facilitaire leveringen (10%), services (8%), afval (5%), retail food (3%) en verhuizingen (1%). De e-commerce sector kan in 2024 al baten voorleggen volgens de TCO analyse.

De totale afrekening is in 2050 voor alle Vlaamse centrumsteden en sectoren gelijk aan 1,6 miljard euro.



Figuur 55: Kosten en baten per sector tussen 2020 en 2050 in het onveranderd scenario

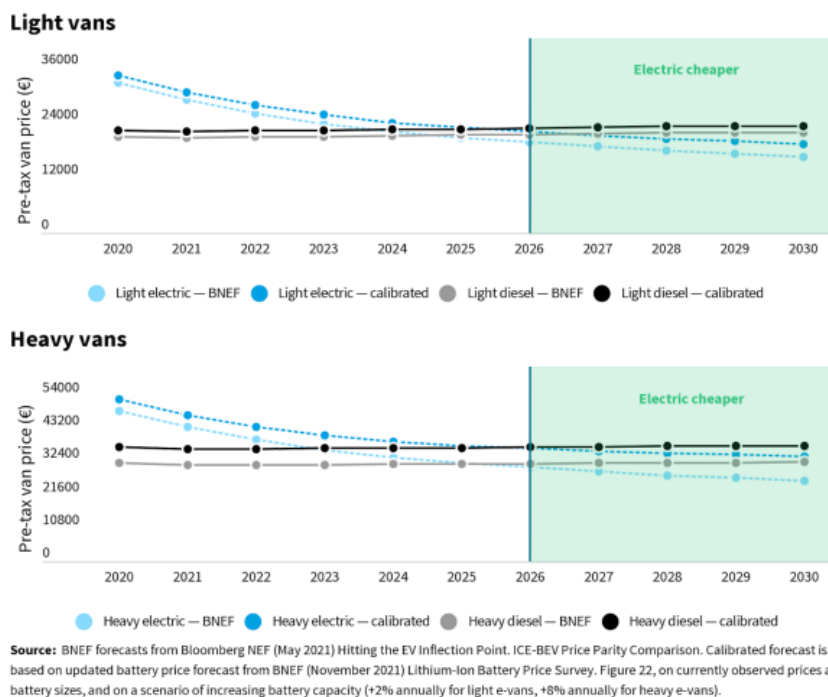
De huidige Ecologiepremie+ die beperkt is tot twee vrachtwagens per onderneming zit vervat in bovenstaande analyse. Deze premie laat in de eerste plaats toe om alvast eerste ervaringen op te doen. Vanaf deze eerste ervaring duurt het naar verwachting nog 6 jaar vooraleer het 'pariteitkantelpunt' bereikt is. Gezien het maximaal aantal voertuigen (2) per onderneming waarvoor deze subsidie kan worden aangewend zal het absolute gros van de komende twee generaties vrachtwagens op fossiele brandstoffen blijven rondrijden, wanneer er uitgegaan wordt van deze eerste gebruiksduur van 6 jaar. Kleine transporteurs kunnen relatief snel hun vloot elektrificeren met behulp van de Ecologiepremie+. Zij zijn als KMO's echter niet de bedrijven die als eerste een transitie inzetten. Een deel van de logistieke dienstverleners – die over een uitgebreidere vloot beschikken – zullen hun vloot niet volledig ondersteund kunnen elektrificeren. Zij vormen echter de aandrijvers van de transitie. Daarom werd een aanvullend scenario toegevoegd waarbij de Ecologiepremie+ van toepassing is voor alle vrachtwagens, zonder vlootbeperking dus.

Dit aanvullend scenario vertaalt zich in een kostenbesparing voor de verschillende sectoren en in vergelijking met de situatie waarin de Ecologiepremie+ beperkt blijft tot 2 voertuigen per bedrijf. Tegen 2035 wordt een besparing in kosten voor logistieke dienstverleners verwacht van 3,06%. Dit aandeel stijgt gevoelig naar 3,86% indien de Ecologiepremie+ toegepast wordt op de volledige vloot. De uitbreiding zou 269 miljoen euro kosten tussen nu en 2050. Dit geldt voor de gehele populatie van logistieke dienstverleners, inclusief deze die nog niet overgeschakeld zijn naar elektrische voertuigen. Naar 2050 toe stijgt dit naar respectievelijk 12,04% en 14,46%. Tegen deze termijn zijn alle voertuigen, voor alle sectoren, emissievrij. De collectieve emissievrije stedelijke distributie zorgt bijgevolg op langer termijn voor alle ondernemingen een substantiële besparing inhoudt op vlak van de kosten die gerelateerd zijn aan de kilometers die ze afleggen. Een detail dat niet werd opgenomen in voorgaande cijfers is de aanlooptijd tot een TCO-kostenpariteit is bereikt.

Tabel 35: Kostenbesparing volgens Ecologiepremie+ in het onveranderd beleid scenario

Jaartal	Bouw	Retail food	Retail non-food	Horeca	Verhuís	Facilitair	Services	Afval	E-commerce	Totaal
2035 - basis	3,03%	1,87%	2,13%	1,88%	4,14%	1,48%	6,73%	1,21%	13,30%	3,06%
2035 - Ecologiepremie+ hele vloot	3,51%	3,22%	3,00%	3,14%	4,84%	2,54%	6,73%	2,08%	13,30%	3,86%
2050 - basis	12,48%	10,07%	11,11%	10,08%	13,64%	10,01%	18,01%	9,12%	21,52%	12,04%
2050 - Ecologiepremie+ hele vloot	14,17%	14,11%	13,71%	13,87%	15,72%	13,20%	18,01%	12,15%	21,52%	14,46%

Om de transitie naar een emissievrije beleving in de Vlaamse steden (en daarbuiten) te realiseren is het belangrijk dat deze inclusief is. Dit om te vermijden dat de kleinste ondernemingen worden opgeslokt door de grotere of kleine ondernemingen failliet gaan. Daarom wordt er aandacht geschonken aan de impact op de zogenaamde 'kleine' zelfstandigen/eenmanszaken voor wie een aankoop van een emissievrij voertuig een grotere ingreep kan zijn (/lijken) dan bij grotere ondernemingen. De focus ligt hierbij op ondernemers die investeren in cargofietsen, elektrische vierwielers en elektrische bestelwagens. Elektrische vrachtwagens vragen een dusdanige investering (die vaak een veelvoud vereist van de investering in een conventionele vrachtwagens) dat men deze bedrijven niet langer als 'kleine' zelfstandigen/eenmanszaken beschouwt. Dit geldt voor alle scenario's.



Figuur 56: Inschatting van de te verwachten prijspariteit voor kleine en grote bestelwagens volgens Bloomberg (BNEF) en Transport & Environment (2022)

Op hoofdlijnen is de 'koudwatervrees' voor deze kleinere marktspelers iets wat op korte termijn zal worden weggewerkt, met name dankzij de TCO-kostenpariteit die voorspeld wordt. Zoals eerder aangehaald wordt die pariteit voor de bestelwagenvloot verwacht tegen 2026 en voor vrachtwagens tegen 2029. Deze pariteit - die in Figuur 56 wordt weergegeven - is louter gebaseerd op de aankoopprijs. Hierdoor kan gesteld worden dat 2026 op vlak van TCO-pariteit nog conservatief is. Simulaties in de TCO Fleettool van The New Drive tonen aan dat bij gelijke aankoopprijs voor een

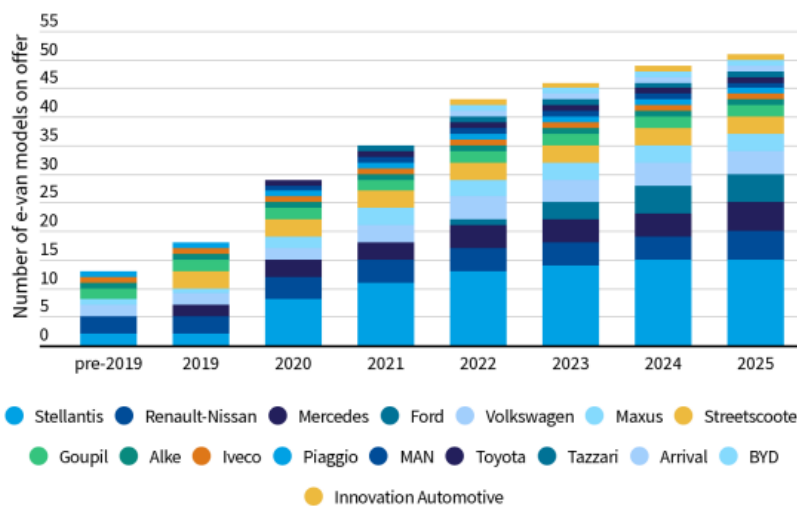
kleine bestelwagen in diesel- en elektrische uitvoering, de elektrische variant binnen het huidige fiscale stelsel in België reeds 15% goedkoper zal zijn per gereden kilometer. Deze ingreep houdt echter in dat de gemiddelde prijs tussen beide voertuigen wordt aangenomen en dus dat het dieselmodel aanzienlijk duurder zou worden. Beide datums voor de TCO-kostenpariteit houden rekening met het feit dat er geen subsidieregeling wordt uitgewerkt op regionaal niveau.

Tabel 36: TCO resultaten

Voertuigtype	Brandstof - Type	TCO per km 2023	TCO per km 2024	TCO per km 2025	TCO per km 2026	TCO per km 2027	TCO per km 2028	TCO per km 2029	TCO per km 2030	TCO per km 2031	TCO per km 2032	TCO per km 2033	TCO per km 2034	TCO per km 2035
Cargofiets	Elektrisch	0,122 €	0,122 €	0,122 €	0,122 €	0,122 €	0,122 €	0,122 €	0,122 €	0,122 €	0,122 €	0,122 €	0,122 €	0,122 €
Vierwieler (L7e)	Elektrisch	0,317 €	0,317 €	0,317 €	0,317 €	0,317 €	0,317 €	0,317 €	0,317 €	0,317 €	0,317 €	0,317 €	0,317 €	0,317 €
Kleine bestelwagen	Elektrisch	0,256 €	0,260 €	0,255 €	0,250 €	0,247 €	0,244 €	0,242 €	0,239 €	0,236 €	0,233 €	0,231 €	0,228 €	0,225 €
Kleine bestelwagen	Benzine	0,238 €	0,240 €	0,245 €	0,250 €	0,253 €	0,256 €	0,258 €	0,261 €	0,264 €	0,267 €	0,269 €	0,272 €	0,275 €
Medium bestelwagen	Elektrisch	0,316 €	0,320 €	0,305 €	0,290 €	0,289 €	0,289 €	0,288 €	0,287 €	0,287 €	0,286 €	0,286 €	0,285 €	0,285 €
Medium bestelwagen	Diesel	0,263 €	0,260 €	0,275 €	0,290 €	0,290 €	0,290 €	0,290 €	0,290 €	0,290 €	0,290 €	0,290 €	0,290 €	0,290 €
Grote bestelwagen	Elektrisch	0,509 €	0,510 €	0,454 €	0,398 €	0,394 €	0,389 €	0,385 €	0,381 €	0,376 €	0,372 €	0,367 €	0,363 €	0,358 €
Grote bestelwagen	Diesel	0,288 €	0,290 €	0,344 €	0,398 €	0,403 €	0,407 €	0,412 €	0,416 €	0,420 €	0,425 €	0,429 €	0,434 €	0,438 €
Extra grote bestelwagen	Elektrisch	0,415 €	0,415 €	0,385 €	0,355 €	0,351 €	0,347 €	0,343 €	0,339 €	0,335 €	0,331 €	0,327 €	0,323 €	0,319 €
Extra grote bestelwagen	Diesel	0,294 €	0,294 €	0,324 €	0,355 €	0,358 €	0,362 €	0,366 €	0,370 €	0,374 €	0,378 €	0,382 €	0,386 €	0,390 €
Kleine vrachtwagen	Elektrisch	0,760 €	0,760 €	0,744 €	0,728 €	0,712 €	0,696 €	0,680 €	0,669 €	0,657 €	0,646 €	0,635 €	0,623 €	0,612 €
Kleine vrachtwagen Ecologiepremie+	Elektrisch	0,657 €	0,657 €	0,642 €	0,628 €	0,621 €	0,614 €	0,607 €	0,600 €	0,593 €	0,586 €	0,579 €	0,572 €	0,565 €
Kleine vrachtwagen	Diesel	0,600 €	0,600 €	0,616 €	0,632 €	0,648 €	0,664 €	0,680 €	0,691 €	0,703 €	0,714 €	0,725 €	0,737 €	0,748 €
Medium afval-/vrachtwagen	Elektrisch	0,992 €	0,992 €	0,966 €	0,939 €	0,913 €	0,887 €	0,861 €	0,846 €	0,832 €	0,818 €	0,803 €	0,789 €	0,775 €
Medium afval-/vrachtwagen Ecologiepremie+	Elektrisch	0,875 €	0,875 €	0,850 €	0,826 €	0,802 €	0,792 €	0,782 €	0,772 €	0,762 €	0,752 €	0,742 €	0,732 €	0,722 €
Medium afval-/vrachtwagen	Diesel	0,729 €	0,729 €	0,756 €	0,782 €	0,808 €	0,834 €	0,861 €	0,875 €	0,889 €	0,904 €	0,918 €	0,932 €	0,947 €
Vrachtwagen Groot	Elektrisch	0,991 €	0,991 €	0,978 €	0,964 €	0,951 €	0,938 €	0,925 €	0,909 €	0,894 €	0,879 €	0,863 €	0,848 €	0,832 €
Vrachtwagen Groot Ecologiepremie+	Elektrisch	0,835 €	0,835 €	0,828 €	0,820 €	0,813 €	0,805 €	0,797 €	0,790 €	0,782 €	0,775 €	0,767 €	0,759 €	0,752 €
Vrachtwagen Groot	Diesel	0,859 €	0,859 €	0,872 €	0,885 €	0,899 €	0,912 €	0,925 €	0,940 €	0,956 €	0,971 €	0,987 €	1,002 €	1,017 €
Vrachtwagen Extra Groot	Elektrisch	1,164 €	1,164 €	1,134 €	1,103 €	1,073 €	1,042 €	1,012 €	0,995 €	0,978 €	0,961 €	0,944 €	0,927 €	0,911 €
Vrachtwagen Extra Groot Ecologiepremie+	Elektrisch	0,992 €	0,992 €	0,959 €	0,925 €	0,915 €	0,905 €	0,895 €	0,884 €	0,874 €	0,864 €	0,853 €	0,843 €	0,833 €
Vrachtwagen Extra Groot	Diesel	0,859 €	0,859 €	0,890 €	0,920 €	0,951 €	0,981 €	1,012 €	1,029 €	1,045 €	1,062 €	1,079 €	1,096 €	1,113 €

De TCO-resultaten (in €/km) voor de vrachtwagens met subsidiëring volgens de Vlaamse 'Ecologiepremie+' tonen welke impact financiële ondersteuning kan hebben op de rentabiliteit van een onderneming. Deze subsidie is vandaag echter beperkt (max 2 voertuigen/onderneming) van toepassing. Desalniettemin toont de impact aan dat subsidiëring minstens noodzakelijk is tot wanneer de zogenaamde TCO-pariteit tussen diesel- en elektrische vrachtwagens wordt bereikt. Op deze manier kunnen ondernemingen vandaag al over de streep getrokken worden om te investeren in duurzamere technologie.

Een aanvullende kanttekening die moet worden gemaakt is dat voor de verschillende types bestelwagens er een spreiding zit op de verwachte pariteit. Zo tonen de TCO-resultaten dat voor kleine bestelwagens (type Citroën Berlingo/Renault Kangoo) de TCO's op kilometerbasis nog maar 7% verschillen in het nadeel van de elektrische variant. Dit wil zeggen dat het kantelpunt die de kostenpariteit teweeg brengt al vóór 2026 kan komen te liggen. Voor de grotere bestelwagens is het vooral uitkijken naar een inhaalmanoeuvre door de Europese voertuigbouwers gezien de meeste modellen die vandaag beschikbaar zijn nog niet over een afdoende batterijcapaciteit/actieradius beschikken om ondernemers over de streep te trekken. Ook wordt een substantiële toename voorspeld van het aantal e-bestelwagenmodellen die op de markt komen, zoals te zien is in Figuur 57.



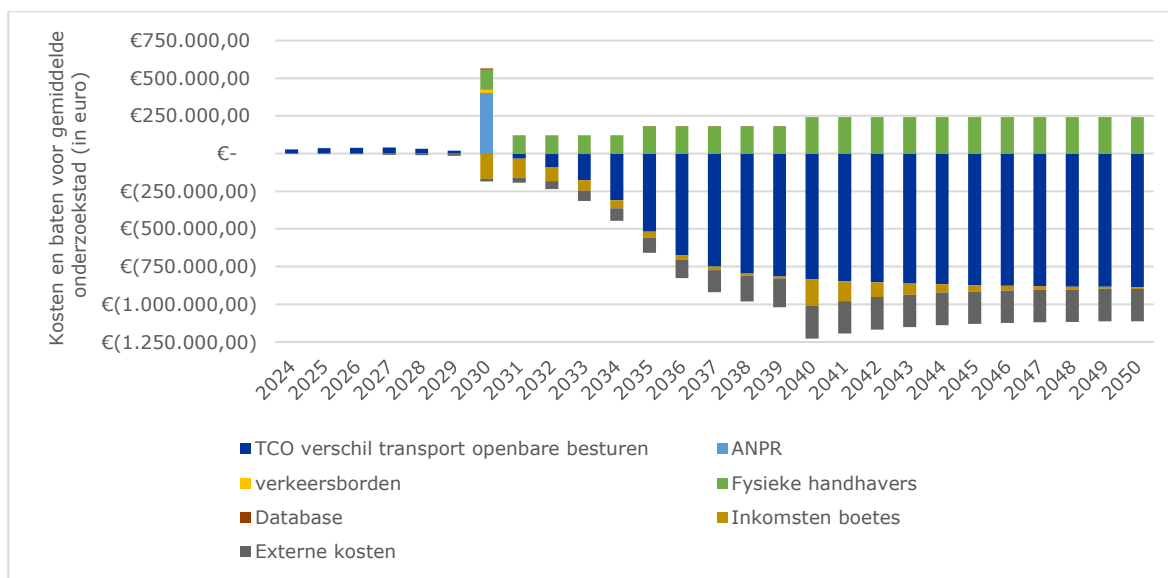
Source: T&E market monitoring.

Figuur 57: Inzicht in de aangekondigde toekomstige modellen voor elektrische bestelwagens op korte termijn door Transport & Environment (2022)

Het Fit for 55-pakket van de Europese Commissie zal ook op korte tot middellange termijn verandering brengen in het aandeel van de elektrische bestelwagen (-50% CO₂ uitstoot vanaf 2030 t.o.v. 2021 en -100% tegen 2035). Dit zet constructeurs aan om versneld werk te maken van de elektrificatie van toekomstige bestelwagens, maar laat evenwel de ruimte om tot het eind van dit decennium een focus op fossiele technologie te behouden. Kleine ondernemers kunnen naast de flankerende maatregelen die een invloed hebben op de TCO van elektrische bestelwagens (zie Sectie 4.4), ook aangespoord worden door de overheid door middel van informatiecampagnes. Hiertoe kan ze onder meer promotie van elektrische alternatieven maken via de TCO webtool, gebouwd door The New Drive in opdracht van Departement MOW.

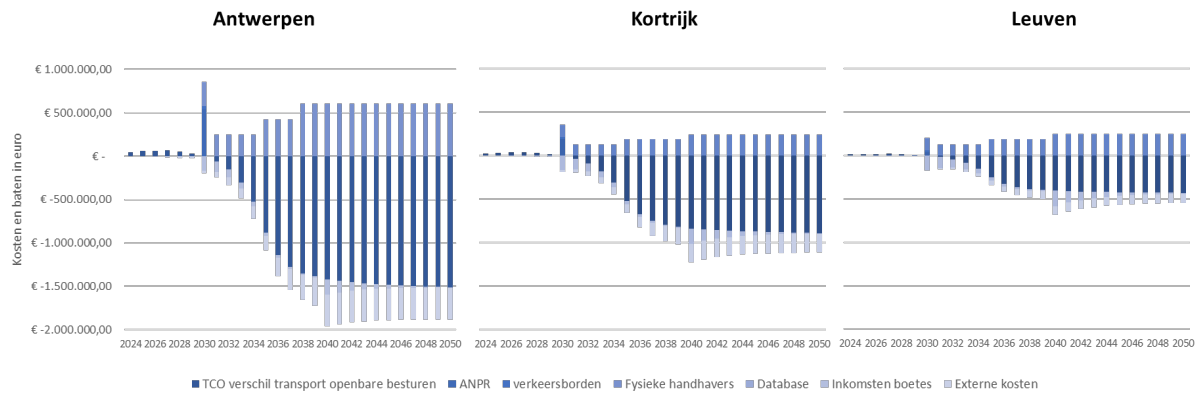
Breder kijkend dan de TCO zijn er ook andere kosten en baten verbonden aan de invoering van een emissievrije zone in Vlaamse steden. Voor de gemiddelde Vlaamse centrumstad (2x Antwerpen + 11x gemiddelde Leuven en Kortrijk gedeeld door 13) zijn deze terug te vinden in Figuur 58. Men ziet bij invoering van de zone een éénmalige kost voor het plaatsen van ANPR camera's (400 000 euro)

en verkeersborden (25 000 euro) voor de lokale overheid. De gemiddelde kost voor de aankoop en plaatsing van 1 verkeersbord bedraagt ongeveer 500 euro – rekenend op 50 locaties/borden komt dit voor de gemiddelde Vlaamse centrumstad uit op 25.000 euro. De gemiddelde kost voor de aankoop en plaatsing van een ANPR camera bedraagt ongeveer 10.000 euro – rekenend op 40 invalswegen/camera's komt dit voor de gemiddelde Vlaamse centrumstad uit op 400.000 euro. De Vlaamse overheid heeft een éénmalige kost voor het ontwikkelen van de databank (100 000 euro ofwel ongeveer 7 700 euro per centrumstad), dewelke zich verderzet in een beperkte onderhoudskost van 10 000 euro per jaar, hetgeen neerkomt op 10% van de ontwikkelingskost, opnieuw te verdelen onder de deelnemende centrumsteden in onderstaande figuur. Het aantal fysieke handhavers wordt verondersteld te starten met 2 voor de handhaving van bestelwagens in 2030. Dat aantal wordt gradueel opgeschaald naar 4 handhavers tegen 2040. Daartegenover staan verschillende baten. Enerzijds zijn er de baten voor de maatschappij en het milieu die gradueel stijgen tot ongeveer 215.000 euro per jaar in 2040 voor de gemiddelde centrumstad. De lokale overheid kan zelf ook twee baten wegschrijven; enerzijds de inning van boetes. Deze inschatting is gemaakt op basis van de inkomsten uit de boetes van de huidige lage-emissie zones. Noteer dat hierbij een correctie is doorgerekend op basis van voertuigfrequenties. Waar de huidige lage emissiezones ook gelden voor personenwagens, wordt het aandeel van 10% goederenvoertuigen gerekend voor de emissievrije zone op basis van de studie van Lebeau et al. (2014), zodoende dat de onderstaande inschatting geldig is voor stedelijk goederenvervoer. Noteer eveneens dat de inkomsten dalen naarmate de zone ingeburgerd geraakt. Anderzijds zal de goederenvoertuigvloot van de stedelijke overheid pas geëlektrificeerd worden eens de TCO de kosten pariteit – zonder verdere ondersteuning – bereikt. Dit leidt bijgevolg voor een kostenbesparing vanuit TCO perspectief voor de lokale overheid. De kostprijs van laadinfrastructuur is niet opgenomen in onderstaande analyse aangezien deze impliciet al is opgenomen in de TCO.



Figuur 58: Kosten en baten voor gemiddelde Vlaamse centrumstad in het onveranderd scenario

Aan de invoering van een emissievrije zone is in dit scenario voor de lokale overheid van een gemiddelde Vlaamse centrumstad een kostprijs verbonden van 750 000 euro tegen 2030. Daar staan ongeveer 167 000 euro aan inkomsten tegenover. Tegen 2035 zal de investering door deze lokale overheid gestegen zijn tot 1 410 000 euro, maar de cumulatieve baten voor de lokale overheid zullen tegen dan hoger zijn met 1 676 000 euro. De invoering van een emissievrije zone levert in dit scenario bijgevolg meer baten op dan kosten. Enkel de Vlaamse overheid wordt geconfronteerd met een meerkost. Deze kan eventueel ingevuld worden door de inkomsten uit boetes (deels) over te hevelen naar Vlaanderen. Het kosten-basten patroon is gelijkend voor alle drie onderzoeksteden. Enkel de omvang van de kosten en de baten verschilt in relatie tot de grootte van de stad/emissievrije zone.



Figuur 59: Kosten en baten voor elk van de onderzoeksteden in het onveranderd beleid scenario

• Stroomvraag

Een tweede belangrijke impact die werd doorgerekend op basis van de voornoemde ambitieniveau scenario's is hoe de totale stroomvraag vanuit de logistieke sector kan evolueren. Een belangrijke nuance hier is dat de cumulatieve stroomvraag niet gelijk kan worden gesteld aan de vermogensvraag. Gezien er in deze oefening noch rekening wordt gehouden met een eventuele spreiding van de laadtijden doorheen de dag, noch met de wattages waaraan geladen worden (of aan welk vermogen er geladen wordt), kunnen er geen uitspraken gedaan worden over een eventuele piekbelasting op het stroomnet in Vlaanderen. Een volgende belangrijke veronderstelling in deze oefening is dat er geen rekening gehouden is met mogelijke efficiëntiewinsten op vlak van elektrische aandrijflijnen in hun geheel. De efficiëntiewinst gaat voornamelijk over het deels wegwerken van de verliezen die er vandaag zijn in een aandrijflijn, met name de ongeveer 5% verlies bij omzetten van AC naar DC en omgekeerd, de Joule verliezen, wrijvingsverliezen, interne weerstandsverliezen in de batterij, etc. die zich in een elektrische aandrijflijn voordoen. Toekomstige batterijprincipes zoals de zogenaamde solid state-batterijen betekenen dat er voor eenzelfde massa aan batterij meer energie kan opgeslagen worden. Deze volgende generatie batterijen wordt met andere woorden een hogere energiedichtheid toegedicht waardoor ze ofwel kleiner kunnen worden gedimensioneerd voor dezelfde capaciteit (of opgeslagen hoeveelheid energie in kilowattuur) ofwel even groot worden gehouden om net méér capaciteit te kunnen bieden. Dit zou dan bijvoorbeeld resulteren in grotere reikwijdtes van de voertuigen. Dit staat echter volledig los van de verliezen in de aandrijflijn.

Deze oefening gaat uit van een constant elektrisch verbruik (in kWh/100 km) voor de referentievoertuigen die in de vergelijking zijn opgenomen. Voor de stroomvraag wordt gekeken naar het aandeel van het elektrisch voertuigtype in de vloot voor het respectievelijke jaartal, het aantal kilometers dat het voertuig per sector aflegt in de gemiddelde onderzoekstad (op jaarbasis) en uiteindelijk het elektrisch verbruik in kWh/100 km. Over de voertuigtypes heen wordt vervolgens telkens een jaartotaal gemaakt per scenario, en dit tot en met 2050.

De stroomvraag wordt tevens mee gebaseerd op de laadinfrastructuur analyse (Sectie 4.3). Een kanttekening dient wel te worden gemaakt omwille van het feit dat de voertuigen in kwestie niet noodzakelijk in dezelfde stad opladen als waar ze (hoofdzakelijk) actief zijn. In dat opzicht dient het gepresenteerde cijfer op Vlaamse schaal geïnterpreteerd te worden. Gedetailleerdere geografische analyses met zogenaamde prognosekaarten zijn eveneens terug te vinden in Sectie 4.3. Op die manier worden bottom-up zogenaamde hotspots aangeduid en kan bepaald worden waar de focus op gelegd moet worden qua uitbreiding van de netcapaciteit. In totaal wordt er op Vlaams niveau een stroomvraag voor de emissievrije stedelijke distributie in de Vlaamse centrumsteden verwacht van 186 713 MWu per jaar in 2025. De vraag stijgt reeds sterk tegen 2030 tot 896 222 MWu per jaar. De grootste stap in de stroomvraag wordt echter gemaakt eens de zwaardere wegvoertuigen ook elektrificeren. Zo is de verwachte stroomvraag tegen 2035 al 2 688 600 MWu per jaar en 3 659 565 MWu per jaar in 2040.

Door in te zoomen op de sectoren ziet men dat driekwart van de stroomvraag afkomstig is van de bouwsector, de horecabeleving, facilitaire beleving en retail non-food. Alle andere sectoren halen geen 10% aandeel in de totale vraag in 2035. De reden achter de vier grootste vragende sectoren zijn zowel het aantal kilometers die ze in gemiddelde onderzoekstad afleggen als het type voertuig dat daar doorgaans voor vereist is. Zo worden er in de bouwsector, de horecabeleving en de beleving voor retail non-food beduidend meer kilometers gemaakt met N3 voertuigen, terwijl de facilitaire beleving voornamelijk berust op N2 voertuigen.

- **Duurzaamheidsimpact**

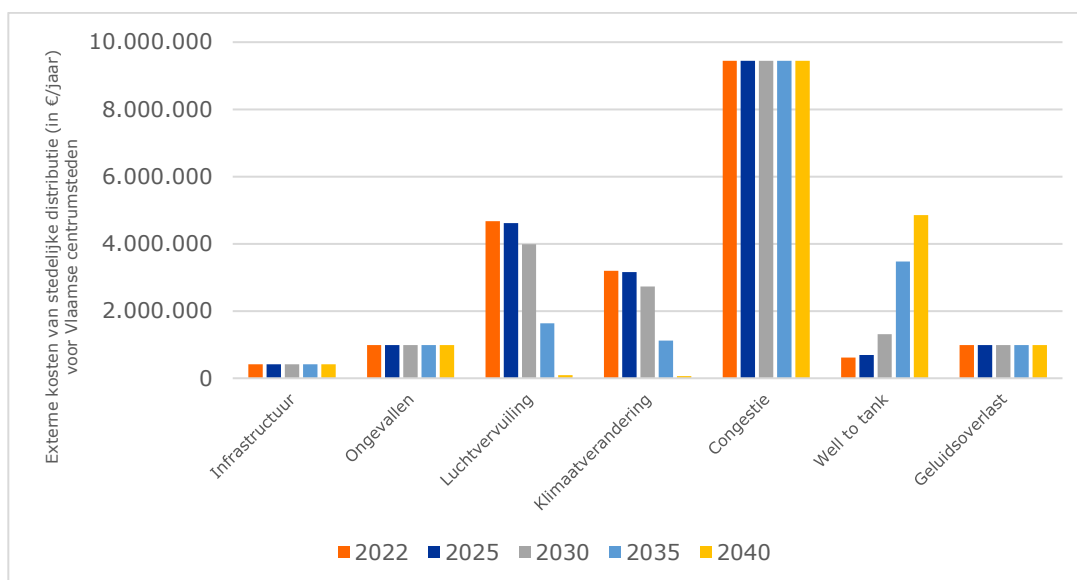
De duurzaamheidsimpact wordt berekend aan de hand van de externe kosten factoren zoals beschreven in Sectie 2.2. Er wordt hierbij uitgegaan dat de organisatie van de emissievrije stedelijke logistiek niet verandert ten opzichte van de huidige organisatie inzake voertuigkeuze en aantal afgelegde voertuigkilometers. Noteer ook dat de externe kosten reeds als baten werden opgenomen in Figuur 58.

De huidige stedelijke distributie in Vlaanderen veroorzaakt een jaarlijkse CO₂ uitstoot van 22.138 ton. Volgens het onveranderd beleid scenario zal deze uitstoot tegen 2025 reeds verminderd worden met 5%, ofwel 338 ton CO₂ per jaar. Tegen 2030 stijgt de reductie naar 24% of 3.467 ton per jaar. In 2035 bedraagt de verwachte reductie ten opzichte van vandaag 72% ofwel 14.551 ton CO₂ per jaar. Tot slot zal tegen 2040 nagenoeg alle CO₂ uitstoot vermeden worden (98%), hetgeen goed is voor 21.689 ton aan uitgespaarde CO₂ emissies.

Voor luchtvervuiling (PM en NO_x) ziet men vergelijkbare reductiepercentages. Vertrekkende van een jaarlijkse uitstoot door stedelijke distributie in de dertien Vlaamse centrumsteden vandaag, zijnde 1,223 ton aan fijnstof en 86,782 ton NO_x, mag men dankzij dit onveranderd beleid ambitieniveau een reductie verwachten van 2% tegen 2025, 15% tegen 2030, 76% tegen 2035 en tot slot 99% tegen 2040.

De monetaire vertaalslag van de duurzaamheidsimpact van dit ambitieniveau is gebaseerd op het concept van externe kosten voor luchtvervuiling, klimaatverandering, congestie, geluidsoverlast, ongevallen, infrastructuur en well-to-tank processen. Zoals weergegeven in Figuur 60 zorgt een elektrificatie voor een reductie in de externe kosten voor luchtvervuiling en klimaatverandering. De externe kosten voor well-to-tank processen stijgen bij een elektrificatie. Het onveranderd beleid scenario zorgt voor een stapsgewijze besparing aan maatschappelijk en ecologische kosten van 2% of 240.772 euro per jaar tegen 2030, 7% of 1,3 miljoen euro per jaar tegen 2035 en 11% of 2,8 miljoen euro per jaar tegen 2040. De andere externaliteiten blijven bij een elektrificatie onveranderd. Er wordt in sommige studies melding gemaakt van een reductie van 50% in de geluidsoverlast kosten dankzij stillere elektrische voertuigen. De gehanteerde referentiestudie heeft deze impact niet opgenomen. Voor consistentie redenen zijn de mogelijke reducties in geluidsoverlast kosten niet doorgerekend.

Allen samen staan ze in voor een jaarlijkse externe kost voor de stedelijke distributie in de Vlaamse centrumsteden van 200,3 miljoen euro.



Figuur 60: Jaarlijkse externe kosten in euro voor alle centrumsteden voor het conservatieve scenario

5.3.2 Beleid scenario

5.3.2.1 Samenstelling

De samenstelling van het tweede scenario volgt de streefdata die naar voren geschoven worden door de huidige beleidsvisie – die ook weerspiegeld wordt in het geüpdatete Vlaams Energie- en KlimaatPlan. Daarin staat dat nieuw aankopen van personenwagens verplicht emissievrij moeten zijn vanaf 2029. Dezelfde doelstelling wordt toegepast op lichte en zware vrachtwagens (N2 en N3). Dit wordt aanvullend in dit scenario gekoppeld aan de ambitie voor een volledig emissievrije vloot voor stedelijke distributie tegen 2035 voor deze voertuigcategorieën, met uitzondering van 'uitzonderlijk vervoer'. Voor de bestelwagens (N1) is een ambitieuzere doelstelling mogelijk – gezien de TCO kostenpariteit voor dit segment reeds in 2026 verwacht wordt. De bestelwagenvloot voor stedelijke distributie dient in dit scenario emissievrij te zijn tegen 2029.

Bovenstaande wordt ondersteund en vertaald door de volgende lijst van maatregelen:

- Vervanging van de huidige Ecologiepremie+ door een financiële tegemoetkoming van de Vlaamse overheid bij aankoop van de emissievrije voertuigen, zodoende dat het verschil in TCO tot kostenpariteit overbrugd wordt. De financiële impact van deze maatregel voor de overheid wordt later in deze sectie beschreven.
- Concretisering van de emissienormen opgelegd door de Europese Commissie voor N1 voertuigen:
 - -15% in CO₂ uitstoot vanaf 2025 ten opzichte van 2021
 - -50% in CO₂ uitstoot vanaf 2030 ten opzichte van 2021
 - -100% in CO₂ uitstoot vanaf 2035 ten opzichte van 2021
- en voor N2 en N3 voertuigen:
 - -15% in CO₂ uitstoot vanaf 2025 ten opzichte van 2019
 - -30% in CO₂ uitstoot vanaf 2030 ten opzichte van 2019
- Transport als ETS sector vanaf 2027 waarbij brandstoffenverdelers uitstootrechten zullen moeten kopen, hetgeen zal leiden tot duurdere benzine, diesel, gas en stookolie. Er wordt gewerkt met een prijsplafond van 45 euro per ton CO₂ en dit tot 2030.
- De overheid legt daarenboven als aanbesteder voorwaarden op aan de transportsector, waarbij 100% van de leveringen met alle voertuigcategorieën tegen 2029 emissievrij moeten plaatsvinden.
- De kilometerheffing aangepast, conform het Vlaams Klimaatplan (incl. CO₂ in prijs en nultarief voor emissievrije voertuigen). Vanuit de TCO analyse uit Logibat weet men dat de

impact van deze maatregel op het emissievrij maken van de stedelijke distributie beperkt is, aangezien de maatregel in TCO perspectief voor stedelijke distributie voor een reductie van 1,5% zorgt.

Daarnaast is het vertrekpunt dat laadinfrastructuur geen belemmering mag zijn voor het realiseren van emissievrije stedelijke distributie. Daarvoor wordt er:

- door de Vlaamse overheid (verder) ingezet op het lopende project voor de uitbouw van (semi-) publieke & niet publieke laadinfrastructuur voor hoog vermogen voor elektrische vrachtwagens.
- de huidige laadinfrastructuur uitgebreid op basis van de prognosekaarten resulterend uit dit onderzoek.

De Vlaamse overheid voorziet in een Decreet dat de invulling geeft voor handhaving en dat het verkeersbord regelt. Steden en gemeenten – met een focus op de Vlaamse centrumsteden – kunnen vrijwillig instappen in de overeenkomst om een emissievrije zone in te voeren. De overeenkomst omvat bovenvermelde uniforme ambitieniveau (N1 en nieuwe N2 en N3 tegen 2029, N2 en N3 tegen 2035 met uitzondering van 'uitzonderlijk vervoer', geconditioneerd vervoer en specifieke voertuigen met een lange afschrijvingstermijn).

Voor de handhaving wordt gebruik gemaakt van ANPR camera's die de nummerplaten koppelen aan het voertuigtype, emissievrije aandrijving (ja/nee) en uitzonderingen (uitzonderlijk vervoer, geconditioneerd en specifieke voertuigen met een lange afschrijvingstermijn). De Vlaamse overheid voorziet de instappers van de nodige (aanvullende) ANPR camera's en bijhorende dienst die een controlesysteem en emissievrije voertuig databank bevat.

Lokale besturen zorgen op hun beurt voor een emissievrije organisatie van hun goederenstromen en afvalophaling. Steden krijgen vrije invulling over de omvang en de locatie van ANPR camera's en aantal fysieke vaststellers voor handhaving van de emissievrije zone. Voor de analyse wordt een invoering van een emissievrije zone ter grootte van de middeleeuwse stad verondersteld. Vanuit dit onderzoek wordt deze omvang ook sterk aangewezen (zie Sectie 4.7).

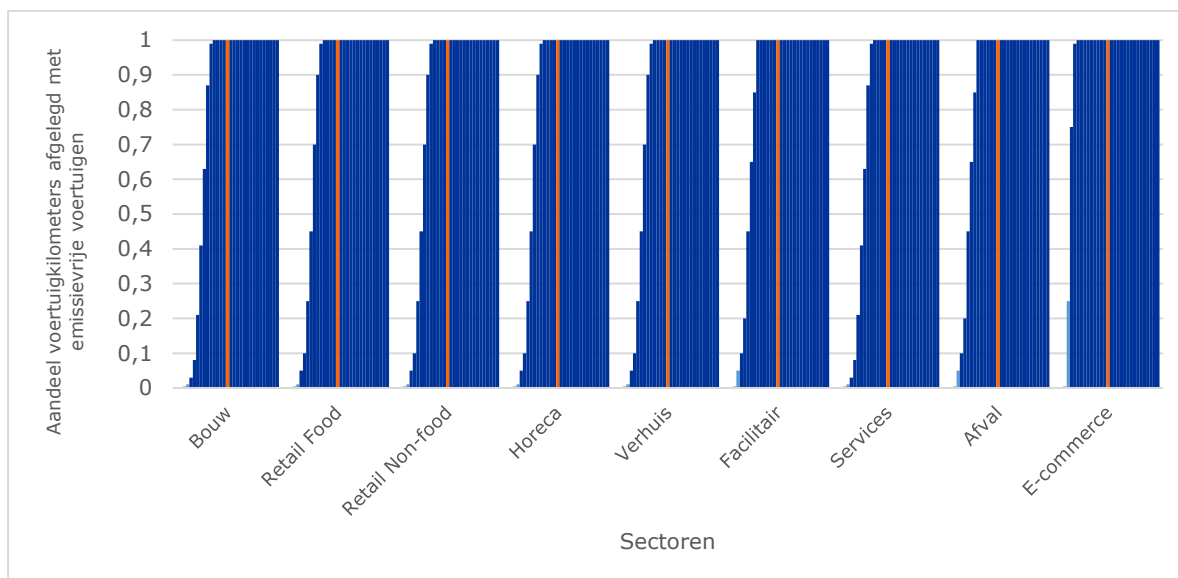
Aanvullend ondersteunen de lokale besturen de transitie door:

- laadinfrastructuur te voorzien voor de eigen vloot
- aanbesteding van emissievrij transport tegen 2029 voor alle voertuigtypes
- handhaving door middel van ANPR en aanvullende fysieke handhavers
- Ondersteuning van een stedelijk consolidatiecentrum in de eerste jaren na installatie van het centrum
- Stimuleren van fietslogistiek door hier rekening mee te houden bij inrichting van de openbare ruimte en/of bij aanvragen van installatie van microhubs.

5.3.2.2 Impact

Dit scenario resulteert in een versnelde emissievrije stedelijke distributie voor bestelwagens (N1) tegen 2029 en voor lichte en zware vrachtwagens tegen 2035. Er dient ook bij dit scenario rekening gehouden te worden met uitzondering voor geconditioneerde voertuigen en specifieke voertuigen met een lange afschrijvingstermijn (zoals in de bouwsector). De Vlaamse en Europese doelstelling om emissievrije stedelijke distributie te realiseren tegen respectievelijk 2025 en 2030 wordt met dit scenario evenwel niet gehaald.

Onderstaande figuur geeft het aandeel emissievrije voertuigkilometers binnen de stedelijke distributie per jaar weer voor in dit scenario, vertrekkende van moment van schrijven (2023) tot 2050. De oranje lijn geeft het jaar 2035 weer. Gezien de verplichte aankoop van nieuwe emissievrije voertuigen vanaf 2029 benaderen de aandelen voor alle sectoren de 100% voor 2035. Dit is verbonden aan de looptijd zoals beschreven in tabel 10.



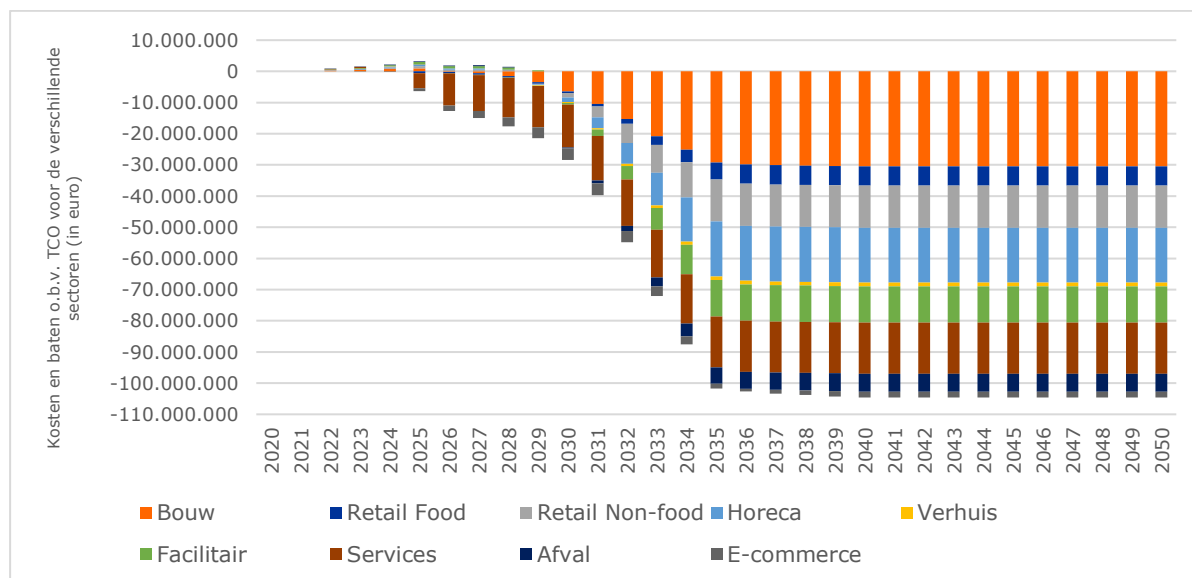
Figuur 61: Aandeel emissievrije kilometers per sector tussen 2023 en 2050 in het beleid scenario

- **Socio-economische impact**

Dit scenario heeft eveneens een socio-economische impact op de sectoren. Onderstaande analyse geeft het beeld voor de gemiddelde Vlaamse centrumstad. In de eerst volgende jaren is er een meerkost voor alle sectoren. Deze blijft echter relatief beperkt omwille van (1) de TCO kostenpariteit voor bestelwagens reeds behaald wordt in 2026 en (2) de beperkte aankoop van vrachtwagens (N2 en N3) voor 2029 wanneer voor hen de pariteit bereikt wordt. Dit laatste komt doordat voor de verplichte aankoop van nieuwe voertuigen samenvalt met de verwachte pariteit.

De huidige Ecologiepremie+ wordt in dit scenario losgelaten, en wordt vervangen door een tegemoetkoming in overbrugging van het TCO verschil tussen de elektrische en conventionele variant. Het gevolg hiervan is dat dat de overheidssteun die in dit scenario is opgenomen als de overbrugging van het TCO verschil tussen conventioneel voertuig en elektrisch voertuig eveneens beperkt blijft tot 13,4 miljoen euro verspreid tussen 2024 en 2029. Het grootste deel daarvan gaat naar facilitaire leveringen met 3,8 miljoen euro. Drie sectoren ontvangen in dit scenario een bedrag tussen 1 en 2 miljoen euro (bouw 2,4 miljoen euro; horeca 2,2 miljoen euro en retail non-food 2,8 miljoen euro). Afvalophaling mag rekenen op 1,2 miljoen euro. De andere sectoren ontvangen in dit scenario een beperktere steun (services 578.000 euro, retail food 104.000 euro, verhuis 75.000 euro en e-commerce 20.000 euro).

De baten tegen 2050 voor alle Vlaamse centrumsteden en sectoren zijn groot in dit scenario, met 2 miljard euro. Dat is 340 miljoen meer dan in het onveranderd beleid scenario.



Figuur 62: Kosten en baten per sector tussen 2020 en 2050 in het beleid scenario

Hoewel de Ecologiepremie+ wordt losgelaten in dit scenario – kan men wel een inschatting maken van de TCO waarbij de premie wel zou blijven bestaan, inclusief de huidige vlootbeperking en exclusief de vlootbeperking. Tegen 2035 wordt dan een besparing in kosten voor logistieke dienstverleners verwacht van 4,23%. Dit aandeel stijgt naar 6,13% indien de Ecologiepremie+ toegepast wordt op de volledige vloot. Dit geldt voor de gehele populatie van logistieke dienstverleners, inclusief deze die nog niet overgeschakeld zijn naar elektrische voertuigen. Naar 2050 toe stijgt dit naar respectievelijk 13,14% en 15,79%.

Tabel 37: Kostenbesparing volgens Ecologiepremie+ in het beleid scenario

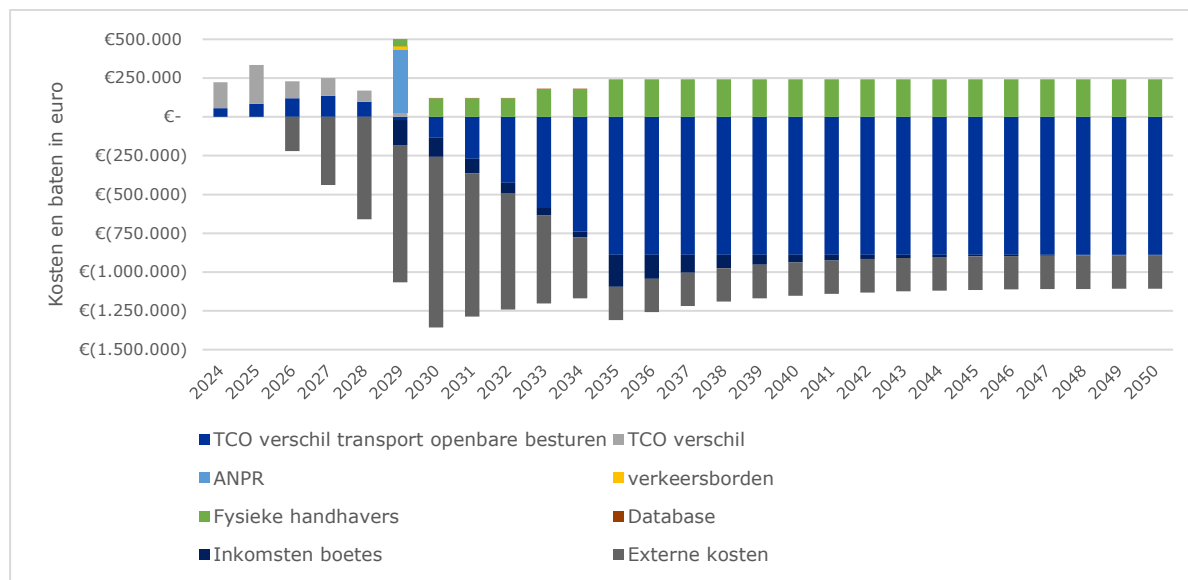
Jaartal	Bouw	Retail food	Retail non-food	Horeca	Verhuis	Facilitair	Services	Afval	E-commerce	Totaal
2035 – basis	5,88%	3,63%	4,43%	4,00%	6,51%	3,48%	6,73%	3,12%	13,30%	4,23%
2035 – Ecologiepremie+ hele vloot	7,04%	6,33%	6,18%	6,51%	7,91%	5,62%	6,73%	5,20%	13,30%	6,13%
2050 – basis	14,46%	11,11%	12,4%	11,82%	14,96%	11,13%	18,01%	10,87%	21,52%	13,14%
2050 – Ecologiepremie+ hele vloot	16,62%	15,82%	15,46%	16,23%	17,40%	14,88%	18,01%	14,75%	21,52%	15,79%

Net als bij het onveranderd beleid scenario, dient ook bij dit scenario aandacht besteed te worden aan de KMO's. Het versneld elektrificeren van bestelwagens in het bijzonder maakt dat ondersteuning hieromtrent wenselijk(er) wordt. De grens van emissievrije stedelijke distributie voor bestelwagens flirt immers met het jaartal waarin een kostenpariteit voor deze voertuigen verwacht wordt.

Onderstaande figuur 63 geeft de kosten en baten weer voor de verschillende actoren in gemiddelde Vlaamse centrumstad. Langs kosten zijde dient de Vlaamse overheid de transitie te ondersteunen met de TCO overbrugging in dit scenario. Daarnaast heeft de Vlaamse overheid een éénmalige kost voor het ontwikkelen van de databank (100.000 euro ofwel ongeveer 7.700 euro per centrumstad), dewelke zich verderzet in een beperkte onderhoudskost van 10.000 euro per jaar, verhoudingsgewijs op stadsniveau weergegeven in onderstaande figuur 63. Voor de lokale overheid is er de kost voor het ophangen van ANPR camera's (400.000 euro) en verkeersborden (25.000 euro). Voor de handhaving worden fysieke handhavers ingezet die gradueel in aantal stijgen; twee bij aanvang in

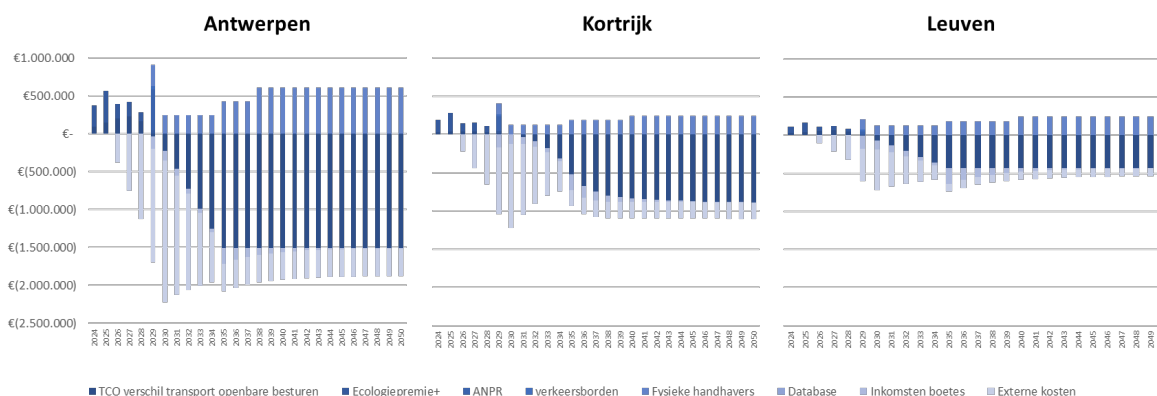
2029 naar 4 handhavers voor de gemiddelde Vlaamse centrumstad in 2035. Daartegenover staan verschillende baten. Enerzijds zijn er de baten voor de maatschappij en het milieu die gradueel stijgen tot ongeveer 215.000 euro per jaar vanaf 2035 voor de gemiddelde centrumstad.

De lokale overheid telt twee baten; de inning van boetes en een kostenbesparing in voertuiggebruik eens 2030. In dit scenario is alle publiek goederenvervoer emissievrij tegen 2035. Er is initieel dus wel een meerkost voor de lokale overheid van 495.000 euro (vanuit TCO perspectief) tussen nu en 2030. De kostprijs van laadinfrastructuur is niet opgenomen in onderstaande analyse aangezien deze impliciet al is opgenomen in de TCO.



Figuur 63: Kosten en baten voor gemiddelde Vlaamse centrumstad in het beleid scenario

De invoering van een emissievrije zone levert in dit scenario meer baten op dan kosten. Enkel de Vlaamse overheid wordt geconfronteerd met een meerkost. Deze kan eventueel ingevuld worden door de inkomsten uit boetes (deels) over te hevelen naar Vlaanderen. Het kosten-baten patroon is gelijkend voor alle drie onderzoeksteden. Enkel de omvang van de kosten en de baten verschilt in relatie tot de grootte van de stad/emissievrije zone.



Figuur 64: Kosten en baten voor elk van de onderzoeksteden in het beleid scenario

• **Stroomvraag**

De stroomvraag voor dit scenario is op dezelfde manier berekend als deze voor het onveranderd beleid scenario, en is dus tevens mee gebaseerd op de laadinfrastructuur analyse (Sectie 4.3).

In totaal wordt er op Vlaams niveau een stroomvraag voor de emissievrije stedelijke distributie in de Vlaamse centrumsteden verwacht van 326.591 MWu per jaar in 2025. Vanuit de Logibat analyse

werd duidelijk dat laadinfrastructuur en diens kostprijs bepalend is voor de TCO. Dit vereist een strategie die vandaag wordt opgestart en op korte termijn wordt omgezet in realisaties op het terrein. De vraag stijgt sterk door naar 2030 met een vraag van 2.523.719 MWu per jaar. Daarna neemt de groei in de stroomvraag af naar een totaal van 3.652.436 MWu per jaar in 2035 en 3.734.250 MWu per jaar in 2040.

- **Duurzaamheidsimpact**

Volgens het beleid scenario zal deze uitstoot tegen 2025 reeds verminderd worden met 9%, ofwel 2 301 ton CO₂ per jaar. Dit ten gevolge van de startende shift van bestelwagens naar emissievrije aandrijving. Bestelwagens staan in voor 32% van de CO₂ uitstoot van het goederenvervoer in de steden. Tegen 2030 – één jaar na de verplichting om alle bestelwagens emissievrij te hebben, net als alle publieke goederenvervoerstromen en nieuwe N2 en N3 emissievrij moeten zijn, stijgt de reductie naar 69% of 16 260 ton per jaar. In 2035 bedraagt de verwachte reductie ten opzichte van vandaag 98% ofwel 21 689 ton CO₂ per jaar. Daarmee is nagenoeg al de jaarlijkse uitstoot – die geschat wordt op 22 138 ton – vermeden. Dat zal uiteindelijk het geval zijn tegen 2040 (-100%).

Voor luchtvervuiling (PM en NO_x) ziet men vergelijkbare reductiepercentages. Vertrekkende van een jaarlijkse uitstoot door stedelijke distributie in de dertien Vlaamse centrumsteden vandaag, zijnde 1,223 ton aan fijnstof en 86,782 ton NO_x, mag men dankzij dit versneller ambitieniveau een reductie verwachten van 6% tegen 2025, 61% tegen 2030, 98% tegen 2035 en tot slot 100% tegen 2040.

De monetaire vertaalslag van de duurzaamheidsimpact van dit ambitieniveau bedraagt 5% of 1,1 miljoen euro per jaar tegen 2030, 11% of 2,8 miljoen euro per jaar tegen 2035 en 2040.

5.3.3 Versneller scenario

5.3.3.1 Samenstelling

In het derde scenario neemt de Vlaamse overheid een versnellende rol op, waarbij er op een gerichte manier de huidige inzet verhoogd wordt. Dit vertaalt zich in een verderzetting van het huidig beleid:

- Behoud van de huidige Ecologiepremie+, een financiële tegemoetkoming die via VLAiO uitgereikt wordt aan ondernemingen die investeren in emissievrije vrachtwagens. Bedrijven met meer dan twee goederenvoertuigen kunnen maar tweemaal gebruikmaken van de premie. De rest van hun vloot dient op eigen kosten geëlektrificeerd worden, waardoor de TCO voor deze voertuigen niet beïnvloed wordt.
- Realisering van de emissienormen opgelegd door de Europese Commissie voor N1voertuigen:
 - -15% in CO₂ uitstoot vanaf 2025 ten opzichte van 2021
 - -50% in CO₂ uitstoot vanaf 2030 ten opzichte van 2021
 - -100% in CO₂ uitstoot vanaf 2035 ten opzichte van 2021
 en voor N2 en N3 voertuigen:
 - -15% in CO₂ uitstoot vanaf 2025 ten opzichte van 2019
 - -30% in CO₂ uitstoot vanaf 2030 ten opzichte van 2019
- Transport als ETS sector waarbij brandstoffenverdelers uitstootrechten zullen moeten kopen, hetgeen zal leiden tot duurdere benzine, diesel, gas en stookolie. Er wordt gewerkt met een prijsplafond van 45 euro per ton CO₂ en dit tot 2030.
- De Vlaamse overheid heeft een project lopen voor de uitbouw van (semi-) publieke & niet publieke laadinfrastructuur voor hoog vermogen voor elektrische vrachtwagens.
- De kilometerheffing aangepast, conform het Vlaams Klimaatplan (incl. CO₂ in prijs en nultarief voor emissievrije voertuigen). Vanuit de TCO analyse uit Logibat weet men dat de impact van deze maatregel op het emissievrij maken van de stedelijke distributie beperkt is, aangezien de maatregel in TCO perspectief voor stedelijke distributie voor een reductie van 1,5% zorgt.

Dit wordt evenwel uitgebreid met:

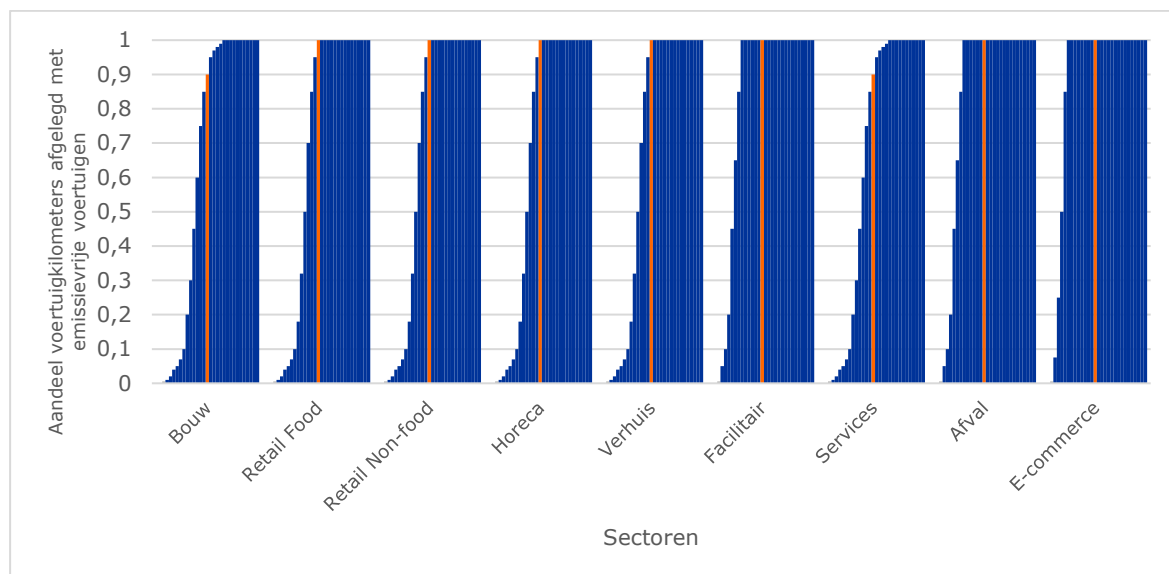
- Een versterking van de ontwikkeling van laadinfrastructuur, waarbij de prognosekaarten van het onderzoek gevolgd worden.
- De overheid legt daarenboven als aanbesteder voorwaarden op aan de transportsector, waarbij 100% van de leveringen met bestelwagens tegen 2025 emissievrij moeten plaatsvinden en 100% van de leveringen met N2 en N3 voertuigen tegen 2030 emissievrij moeten zijn. Deze aanbestedingsvoorwaarden komen niet overeen met het algemeen ambitieniveau van dit scenario dat onderstaand beschreven wordt.

De Vlaamse overheid legt in dit scenario een bindend ambitieniveau op aan de actoren. Lokale besturen zorgen op hun beurt voor een emissievrije organisatie van hun goederenstromen en afvalophaling. Steden krijgen vrije invulling over de omvang en over de plaatsing van de ANPR camera's en het aantal fysieke handhavers voor de emissievrije zone. Voor de analyse wordt een invoering van een emissievrije zone ter grootte van de middeleeuwse stad verondersteld en dit voor bestelwagens (N1) tegen 2027 en voor N2 en N3 voertuigen tegen 2035, met de uitzondering van geconditioneerde voertuigen, uitzonderlijk vervoer en specifieke voertuigen met een lange afschrijvingstermijn. De verantwoording hiervoor is terug te brengen op: (1) het feit dat deze voertuigen energie (in dit geval elektriciteit) nodig hebben voor de koeling of werking van kraan/betonmolen, etc. en/of (2) minder plaats hebben voor de nodige batterijen (door aanwezigheid van koelinstallatie/kraan/molen/etc.) en/of (3) door hun specifieke toepassing een langere afschrijvingsperiode kennen. Alle drie bovenstaande punten bemoeilijken de elektrificatie vanuit een operationeel en financieel perspectief. Aanvullend ondersteunen de lokale besturen de transitie door laadinfrastructuur te voorzien voor hun eigen vloot en emissievrije logistiek op te nemen in hun aanbestedingen volgens het bovenstaande ambitieniveau.

De handhaving van deze emissievrije zones dient bijgevolg tegen 2027 operationeel te zijn. Er wordt hierbij gebruik gemaakt van ANPR camera's die de nummerplaten koppelen aan het voertuigtype, emissievrije aandrijving (ja/nee) en uitzonderingen (uitzonderlijk vervoer en geconditioneerde voertuigen). Zij worden ondersteund door fysieke handhavers en worden daarboven nog aangevuld met geolocalisatie op basis van de huidige OBU's van de kilometerheffing. In het algemeen dient er voor het gebruik van geolocalisatie nog meerdere stappen gezet te worden (uitbreiding OBU naar bestelwagens, studie naar haalbaarheid van gebruik kilometerheffingssysteem voor emissievrije stedelijke distributie, kostprijs analyse, etc.). De uitbouw van een geolocalisatie handhavingssysteem kost immers miljoenen euro, waarbij in tegenstelling tot de kilometerheffing er in geval van de emissievrije stedelijke distributie geen vaste inkomstenstructuur wordt uitgebouwd. Een analyse dient plaats te vinden om de haalbaarheid, kostprijs en impact hiervan in te schatten.

5.3.3.2 Impact

Dit scenario resulteert in een versnelde emissievrije stedelijke distributie voor bestelwagens (N1) tegen 2027. Voor zwaardere wegvervoer (N2 en N3) zal een volledige emissievrije organisatie binnen de Vlaamse centrumsteden tegen 2035 een feit zijn. Onderstaande figuur 65 geeft het aandeel emissievrije elektrische voertuigkilometers binnen de stedelijke distributie weer voor in dit scenario, vertrekkende van moment van schrijven (2023) tot 2050. De oranje lijn geeft het jaar 2035 weer. Er dient ook bij dit scenario rekening gehouden te worden met uitzondering voor geconditioneerde voertuigen, uitzonderlijk vervoer en specifieke voertuigen met een lange afschrijvingstermijn.



Figuur 65: Aandeel emissievrije kilometers per sector tussen 2023 en 2050 in het versneller scenario

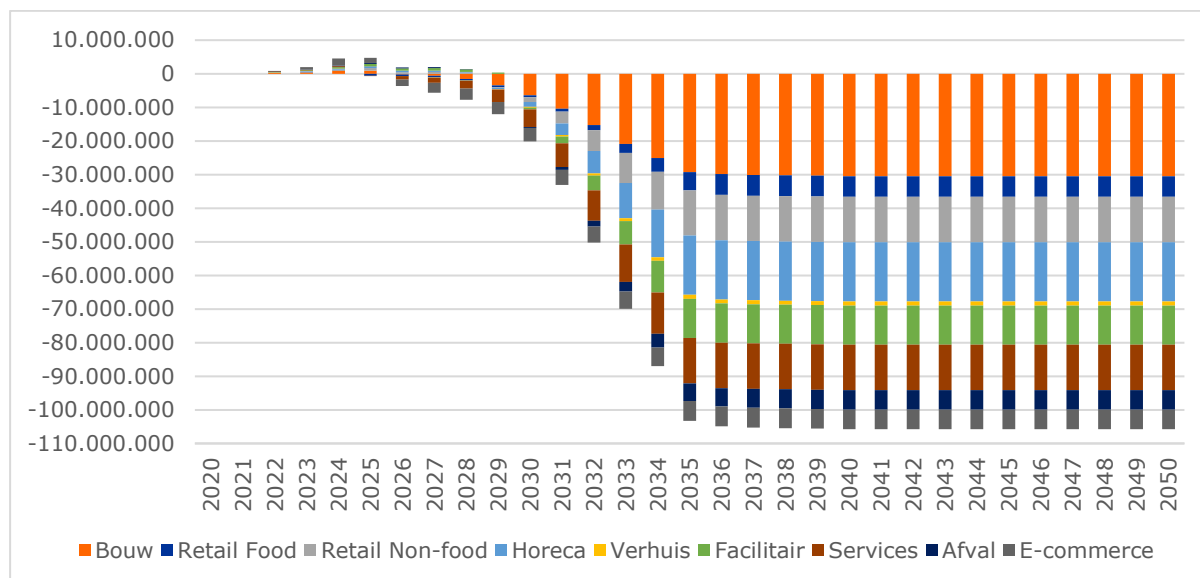
De transitie naar een emissievrije logistiek loopt in Vlaamse steden voor op deze van de gehele sector. De Vlaamse en Europese doelstelling om emissievrije stedelijke distributie te realiseren tegen respectievelijk 2025 en 2030 wordt met dit 'versneller' scenario evenwel niet gehaald.

- **Socio-economische impact**

Onderstaande figuur 66 geeft het kostenverschil weer voor de verschillende sectoren en jaartallen in dit versneller scenario op basis van de TCO en dit voor de volledigheid van de Vlaamse centrumsteden. Voor e-commerce en services worden de baten reeds behaald vanaf 2026 – wanneer bestelwagens die in beide sectoren veelvuldig gebruikt worden hun TCO kostenpariteit bereiken. Vanaf 2029 - wanneer ook vrachtwagens hun kostenpariteit behalen, volgen de andere sectoren. Voor 2029 worden de sectoren geconfronteerd met een meerkost, dewelke in dit scenario nog niet (deels) gecompenseerd wordt door de overheid. Dat maakt dat de sectoren wachten met overschakelen op elektrische voertuigen tot 2030. Dit kan gezien de deadline voor emissievrij stedelijke distributie voor vrachtwagens gelegd is op 2035 in dit scenario.

De baten tegen 2050 zijn aanzienlijk groter in dit scenario, vergeleken met het onveranderd beleid scenario. In totaal worden tegen 2050 jaarlijks 105,8 miljoen TCO kosten (€) bespaard door de sectoren samen. 30,4 miljoen euro is daarvan toe te kennen aan de bouwsector, gevolgd door horeca (17,6 miljoen euro), retail non-food en services (beiden 15,3 miljoen euro) en facilitaire leveringen (11,6 miljoen euro). De totale afrekening is in 2050 voor alle Vlaamse centrumsteden en sectoren gelijk aan 1,96 miljard euro. Dit is 300 miljoen euro meer dan in het onveranderd beleid scenario.

In de eerste jaren is er een TCO kosten verlies ten opzichte van de conventionele voertuigen van 4,6 miljoen in 2024 en 4,2 miljoen in 2025. 17% van deze kosten zijn voor de bouwsector, gevolgd door retail non-food (8%), horeca (8%), facilitaire leveringen (8%), services (6%), afval en e-commerce (4%), retail food (2%) en verhuizingen (1%).



Figuur 66: Kosten en baten per sector tussen 2020 en 2050 in het versneller scenario

Ook hier wordt het onderscheid gemaakt tussen de huidige Ecologiepremie+ die beperkt is tot twee vrachtwagens per onderneming en een algemene invoering van de Ecologiepremie+ zonder vloot beperking. De cumulatieve impact van het versneller ambitieniveau op de investeringen die logistieke ondernemingen moeten maken in het tijdsvenster 2020-2035 om activiteiten emissievrij te kunnen organiseren is groter dan dat van het onveranderd beleid scenario. Tegen 2035 wordt een besparing in kosten voor logistieke dienstverleners verwacht van 5,41%. Dit aandeel stijgt gevoelig naar 7,05% indien de Ecologiepremie+ toegepast wordt op de volledige vloot. Dit geldt voor de gehele populatie van logistieke dienstverleners, inclusief deze die nog niet overgeschakeld zijn naar elektrische voertuigen.

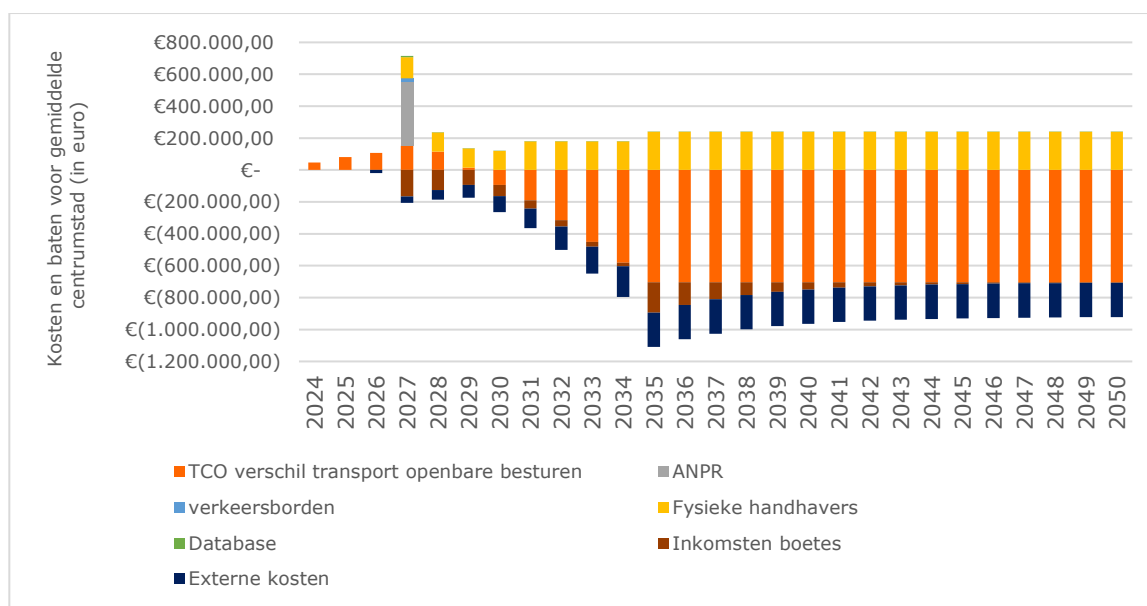
Tabel 38: Kostenbesparing volgens Ecologiepremie+ in het versneller scenario

Jaartal	Bouw	Retail food	Retail non-food	Horeca	Verhuis	Facilitair	Services	Afval	E-commerce	Totaal
2035 - basis	5,88%	3,63%	4,43%	4,00%	6,51%	3,48%	10,44%	3,12%	13,44%	5,41%
2035 - Ecologiepremie+ hele vloot	7,04%	6,33%	6,18%	6,51%	7,91%	5,62%	10,44%	5,20%	13,44%	7,05%
2050 - basis	14,46%	11,11%	12,4%	11,82%	14,96%	11,13%	20,16%	10,87%	21,59%	13,62%
2050 - Ecologiepremie+ hele vloot	16,62%	15,82%	15,46%	16,23%	17,40%	14,88%	20,16%	14,75%	21,59%	16,53%

Naar 2050 toe stijgt dit naar respectievelijk 13,62% en 16,53%. Tegen deze termijn zijn alle voertuigen, voor alle sectoren, emissievrij. Noteer dat deze percentages hoger zijn dan die van het onveranderd beleid scenario. Hoe sneller de transitie ingezet wordt, hoe groter het kostenvoordeel op lange termijn zal zijn.

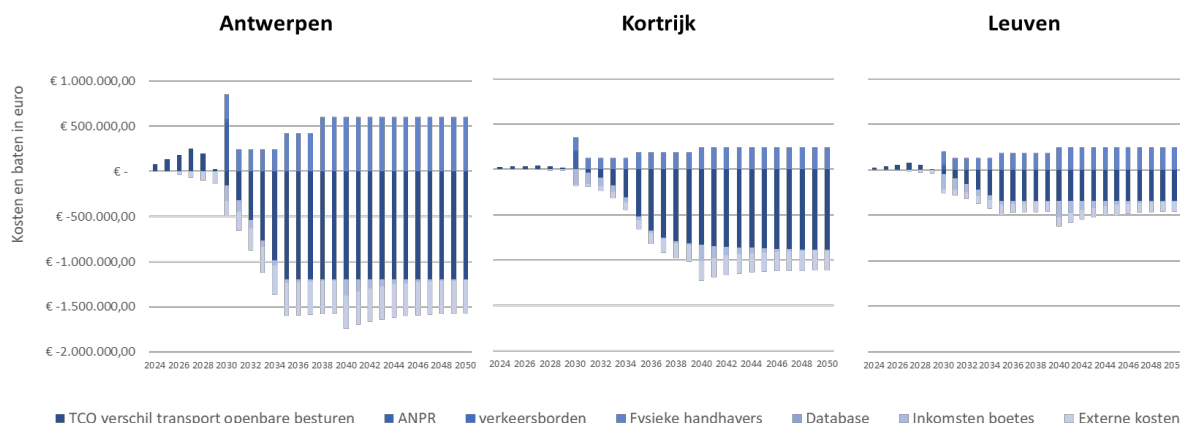
De kosten en baten zijn ook in dit scenario verdeeld onder de verschillende actoren. Onderstaande figuur 67 geeft dit voor weer voor de gemiddelde Vlaamse centrumstad. Er dienen bij de aanvang van de invoering ANPR camera's voorzien te worden (400.000 euro) en verkeersborden (25.000 euro) door de lokale overheid. Voor de handhaving worden fysieke handhavers ingezet die gradueel in aantal stijgen; twee bij aanvang in 2027 naar 4 handhavers voor de gemiddelde centrumstad in

2035. De Vlaamse overheid heeft een éénmalige kost voor het ontwikkelen van de databank (100.000 euro ofwel ongeveer 7.700 euro per centrumstad), dewelke zich verderzet in een beperkte onderhoudskost van 10.000 euro per jaar, verhoudingsgewijs op stadsniveau weergegeven in onderstaande figuur 67. Daartegenover staan verschillende baten. Enerzijds zijn er de baten voor de maatschappij en het milieu die gradueel stijgen tot ongeveer 215.000 euro per jaar vanaf 2035 voor de gemiddelde Vlaamse centrumstad. De lokale overheid kan zelf ook twee baten wegschrijven; enerzijds de inning van boetes. Anderzijds zal het emissievrij maken van goederenvervoertuigvloot van de stedelijke overheid vanaf 2030 voor baten beginnen zorgen. In dit scenario is alle publiek goederenvervoer emissievrij tegen 2030, waardoor er eerder geïnvesteerd dient te worden. Er is initieel dus wel een meerkost voor de lokale overheid van 514.000 euro (vanuit TCO perspectief) tussen nu en 2030. De kostprijs van laadinfrastructuur is niet opgenomen in onderstaande analyse aangezien deze impliciet al is opgenomen in de TCO.



Figuur 67: Kosten en baten voor gemiddelde Vlaamse centrumstad in het versneller scenario

De invoering van een emissievrije zone levert in dit scenario meer baten op dan kosten. Enkel de Vlaamse overheid wordt geconfronteerd met een meerkost. Deze kan eventueel ingevuld worden door de inkomsten uit boetes (deels) over te hevelen naar Vlaanderen. Het kosten-basten patroon is gelijkend voor alle drie onderzoeksteden. Enkel de omvang van de kosten en de baten verschilt in relatie tot de grootte van de stad/emissievrije zone.



Figuur 68: Kosten en baten voor elk van de onderzoeksteden in het versneller scenario

- **Stroomvraag**

De stroomvraag voor dit scenario is op dezelfde manier berekend als deze voor het onveranderd beleid scenario, en is dus tevens mee gebaseerd op de laadinfrastructuur analyse (Sectie 4.3).

In totaal wordt er op Vlaams niveau een stroomvraag voor de emissievrije stedelijke distributie in de Vlaamse centrumsteden verwacht van 970.905 MWu per jaar in 2025. Dit vereist een strategie die vandaag wordt opgestart en op korte termijn wordt omgezet in realisaties op het terrein. De vraag stijgt sterk door naar 2030 met een vraag van 2.763.345 MWu per jaar. Daarna neemt de groei in de stroomvraag af naar een totaal van 3.652.436 MWu per jaar in 2035 en 3.734.250 MWu per jaar in 2040.

Door in te zoomen op de sectoren kan men vaststellen dat opnieuw het grote merendeel van de stroomvraag afkomstig is van de bouwsector, de horecabeleving, facilitaire beleving en retail non-food. Alle andere sectoren halen geen 10% aandeel in de totale vraag in 2035. De reden achter de vier grootste vragende sectoren zijn zowel het aantal kilometers die ze in gemiddelde stad afleggen als het type voertuig dat daar doorgaans voor vereist is.

- **Duurzaamheidsimpact**

Volgens het versneller scenario zal deze uitstoot tegen 2025 reeds verminderd worden met 26%, ofwel 5.578 ton CO₂ per jaar. Deze reductie is enerzijds te danken aan de publieke aanbestedingen die reeds in 2025 emissievrij dienen te zijn. Anderzijds zorgen de adoptie curves voor het in gebruik nemen van emissievrije voertuigen ervoor dat het aandeel emissievrije bestelwagens bijvoorbeeld niet van een aantal percent naar 100% gaan tussen 2026 en 2027, het jaar van invoering van emissievrije distributie met bestelwagens. Tegen 2030 stijgt de reductie naar 74% of 16.598 ton per jaar. In 2035 bedraagt de verwachte reductie ten opzichte van vandaag 98% ofwel 21 689 ton CO₂ per jaar. Daarmee is nagenoeg al de jaarlijkse uitstoot – die geschat wordt op 22.138 ton – vermeden. Dat zal uiteindelijk het geval zijn tegen 2040 (-100%).

Voor luchtvervuiling (PM en NO_x) ziet men vergelijkbare reductiepercentages. Vertrekkende van een jaarlijkse uitstoot door stedelijke distributie in de dertien Vlaamse centrumsteden vandaag, zijnde 1,223 ton aan fijnstof en 86,782 ton NO_x, mag men dankzij dit versneller ambitieniveau een reductie verwachten van 23% tegen 2025, 76% tegen 2030, 98% tegen 2035 en tot slot 100% tegen 2040.

Men kan een stapsgewijze besparing aan maatschappelijk en ecologische kosten verwachten van 7% of 1,3 miljoen euro per jaar tegen 2030, 11% of 2,8 miljoen euro per jaar tegen 2035 en 2040. De impact van well-to-tank processen van elektrische voertuigen is hoger dan deze van conventionele diesel voertuigen (van Essen et al., 2019).

5.3.4 Koploper scenario

5.3.4.1 Samenstelling

Volgens het vierde scenario neemt Vlaanderen een koploper positie in. Dit vertaalt zich in een uitbreiding van het huidige beleid, waarvan onderstaande behouden blijft:

- Realisering van de emissienormen opgelegd door de Europese Commissie voor N1voertuigen:
 - -15% in CO₂ uitstoot vanaf 2025 ten opzichte van 2021
 - -50% in CO₂ uitstoot vanaf 2030 ten opzichte van 2021
 - -100% in CO₂ uitstoot vanaf 2035 ten opzichte van 2021
- en voor N2 en N3 voertuigen:
 - -15% in CO₂ uitstoot vanaf 2025 ten opzichte van 2019
 - -30% in CO₂ uitstoot vanaf 2030 ten opzichte van 2019

- Transport als ETS sector waarbij brandstoffenverdelers uitstootrechten zullen moeten kopen, hetgeen zal leiden tot duurdere benzine, diesel, gas en stookolie. Er wordt gewerkt met een prijsplafond van 45 euro per ton CO₂ en dit tot 2030.
- De Vlaamse overheid heeft een project lopen voor de uitbouw van (semi-) publieke & niet publieke laadinfrastructuur voor hoog vermogen voor elektrische vrachtwagens.
- De kilometerheffing aangepast, conform het Vlaams Klimaatplan (incl. CO₂ in prijs en nultarief voor emissievrije voertuigen). Vanuit de TCO analyse uit Logibat weet men dat de impact van deze maatregel op het emissievrij maken van de stedelijke distributie beperkt is, aangezien de maatregel in TCO perspectief voor stedelijke distributie voor een reductie van 1,5% zorgt.

De uitbreidingen bestaan uit:

- een versterking van de ontwikkeling van laadinfrastructuur, waarbij de prognosekaarten van het onderzoek gevolgd worden.
- De Ecologiepremie+ wordt uitgebreid zodoende dat het kostenverschil in de TCO tussen de elektrische en diesel variant tussen 2025 en 2030 overbrugd wordt.
- De overheid legt daarenboven als aanbesteder voorwaarden op aan de transportsector, waarbij 100% van de leveringen met bestelwagens tegen 2025 emissievrij moeten plaatsvinden en 100% van de leveringen met N2 en N3 voertuigen tegen 2030 emissievrij moeten zijn.

ERS wordt niet opgenomen in het koploper scenario, maar kan de uitrol van dit scenario vergemakkelijken aangezien het een deel van de laadnaden kan invullen van N2 en N3 voertuigen en de nodige batterij capaciteit in deze voertuigen kan reduceren. ERS is in hoofdzaak wel gericht op regionaal en long haul transport.

De Vlaamse overheid legt in dit scenario een bindende overeenkomst aan de actoren op die eveneens een inhoudelijke stroomlijning tussen de emissievrije zones omvat, evenals een minimale omvang van deze zones. Deze minimale omvang wordt vastgelegd op de middeleeuwse stad.

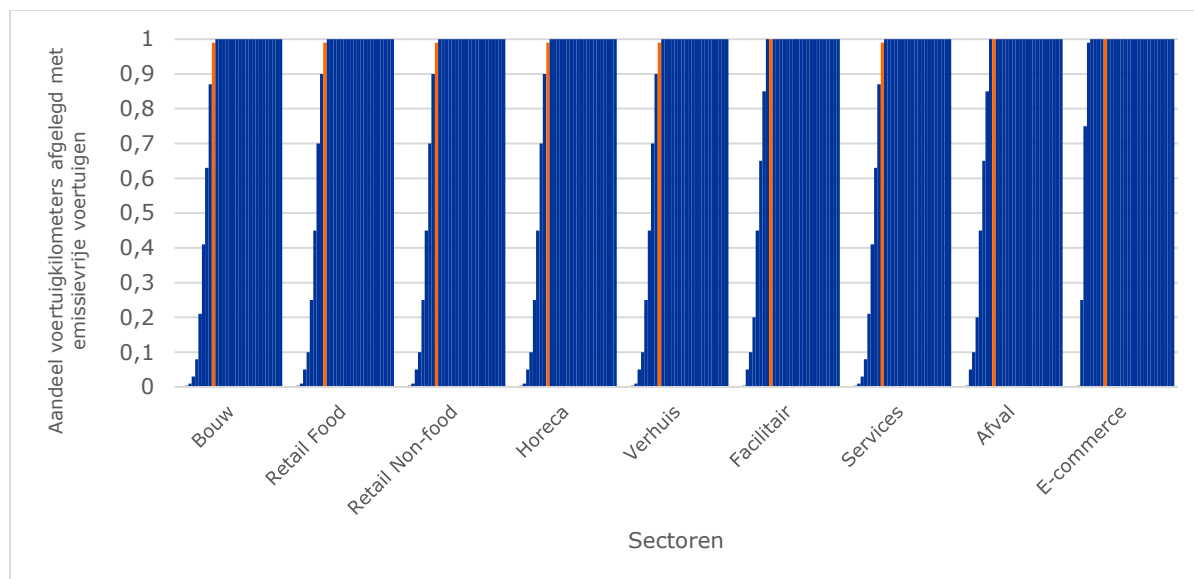
Lokale besturen zorgen op hun beurt voor een emissievrije organisatie van hun goederenstromen en afvalophaling tegen 2030. Steden mogen de omvang van de emissievrije zone nog verder uitbreiden. De lokale overheden ondersteunen de transitie via het ondersteunen van stedelijke distributiecentra met eigen laadinfrastructuur, emissievrije aanbestedingen, consolidatie en uitsluitend emissievrije voertuigen, incl. cargofietsen.

Ze staan daarnaast ook in voor de handhaving van de emissievrije zone. Voor de analyse wordt een invoering van een emissievrije zone ter grootte van de middeleeuwse stad verondersteld en dit voor bestelwagens (N1) tegen 2025 en voor N2 en N3 voertuigen tegen 2030 zonder uitzonderingen.

5.3.4.2 De handhaving van de emissievrije zones dient operationeel te zijn tegen 2025. Er zal hierdoor initieel gebruikt gemaakt dienen te worden van wat er momenteel voorhanden is. Dit zijn de ANPR camera's die de nummerplaten koppelen aan het voertuigtype en emissievrije aandrijving (ja/nee). ANPR camera's en fysieke handhavers zijn immers op korte termijn haalbaar voor implementatie.Impact

Dit scenario resulteert in een versnelde emissievrije stedelijke distributie voor bestelwagens (N1) tegen 2025. Voor zwaarder wegvervoer (N2 en N3) zal een volledige emissievrije organisatie binnen de Vlaamse centrumsteden tegen 2030 een feit zijn. Vlaanderen realiseert daarmee de vooropgestelde doelen en is binnen Europa een koploper in de materie.

Onderstaande figuur 69 geeft het aandeel emissievrije elektrische voertuigkilometers binnen de stedelijke distributie weer voor in dit koploper scenario, vertrekkende van moment van schrijven (2023) tot 2050. De oranje lijn geeft het jaar 2030 weer. Er dient bij dit scenario geen rekening gehouden te worden met uitzonderingen.



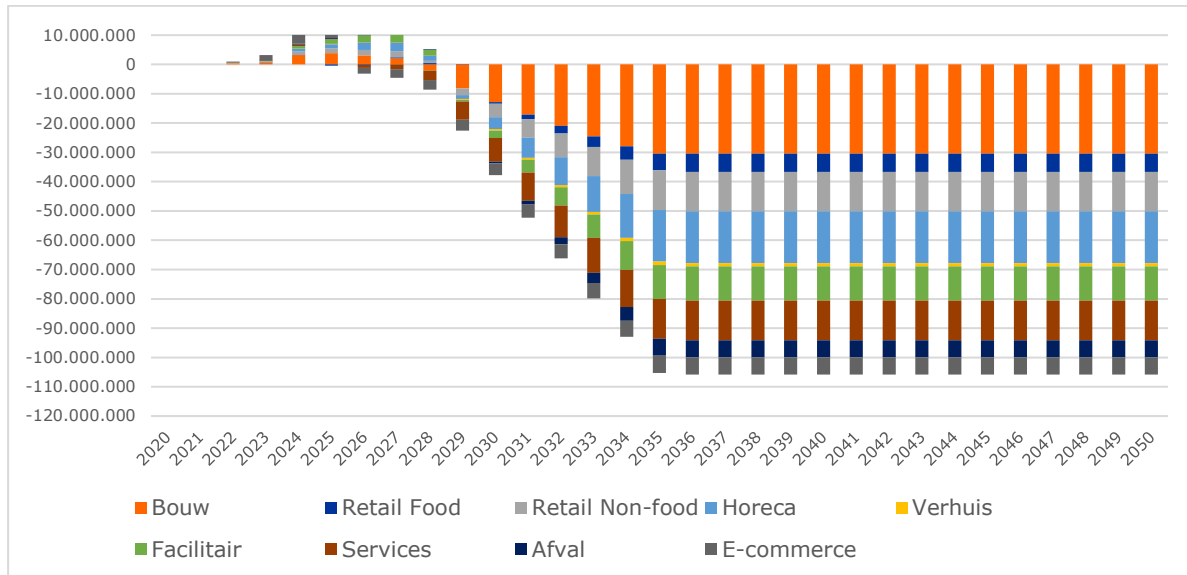
Figuur 69: Aandeel emissievrije kilometers per sector tussen 2023 en 2050 in het koploper scenario

- **Socio-economische impact**

De socio-economische impact van de invoering van een emissievrije zone is verschillend voor de verschillende sectoren. Onderstaande figuur 70 geeft dit kostenverschil weer en dit voor de volledigheid van de Vlaamse centrumsteden. Voor e-commerce en services worden de baten reeds behaald vanaf 2026 dankzij de kostenpariteit tussen conventionele en emissievrije bestelwagens. Vanaf 2029 volgen de andere sectoren - wanneer ook vrachtwagens hun kostenpariteit behalen. Daarvoor worden de sectoren geconfronteerd met een meerkost dewelke vereist is om de doelstelling van dit scenario te halen. Daarom wordt het TCO verschil gecompenseerd. In totaal gaat het om 55,2 miljoen euro verdeeld over de sectoren. Noteer dat dit bedrag dus betrekking heeft op de hele ownership periode en dus de initiële aankoopprijs over deze periode verspreidt. De bouwsector heeft 13,2 miljoen euro nodig om de brug te maken. Facilitaire leveringen dient op 10 miljoen euro te rekenen. Horeca kan ongeveer evenveel gebruiken, zijnde 9,8 miljoen euro. Retail food heeft 1,1 miljoen euro nodig, terwijl retail non-food 7,9 miljoen euro nodig heeft. Afvalophaling zal in dit scenario 1,7 miljoen euro aan steun verkrijgen. Verhuis heeft 300.000 euro nodig om kostenneutraal emissievrij te zijn tegen 2030 in de Vlaamse centrumsteden. 900.000 euro aan steun dient voorzien te worden voor services. Om e-commerce tegen 2025 emissievrij te krijgen zal een steun van 10 miljoen euro voorzien dienen te worden.

In de komende jaren dient de overheid hiervoor achtereenvolgens 12,1 miljoen euro te voorzien in 2024, 12,2 miljoen euro in 2025, 7,3 miljoen euro in 2026 en 6,2 miljoen euro in 2027.

Gezien de transitie sneller plaatsvindt is de initiële kostprijs – voor de overheid – hoger. Er wordt echter door de transitie sneller in te gaan ook vroeger baten bekomen. De baten tegen 2050 zijn aanzienlijk groter in dit scenario, vergeleken met de andere scenario's. De totale afrekening is in 2050 voor alle Vlaamse centrumsteden en sectoren gelijk aan 2 miljard euro. Dit is 300 miljoen euro meer dan in het onveranderd beleid scenario en 45 miljoen meer dan het versneller scenario.



Figuur 70: Kosten en baten per sector tussen 2020 en 2050 in het koploper scenario. Opnieuw wordt het onderscheid gemaakt tussen de huidige Ecologiepremie+ die beperkt is tot twee vrachtwagens per onderneming en een algemene invoering van de Ecologiepremie+ zonder vloot beperking. De cumulatieve impact van het koploper ambitieniveau op de investeringen die logistieke ondernemingen moeten maken in het tijdsvenster 2020-2035 is groter dan dat van de voorgaande scenario's. Tegen 2035 wordt er een besparing in kosten verwacht van 6,03% voor de gehele populatie van logistieke dienstverleners, inclusief deze die nog niet overgeschakeld zijn naar elektrische voertuigen. Dit aandeel stijgt 8,87% indien de Ecologiepremie+ toegepast wordt op de volledige vloot. Naar 2050 toe stijgt dit naar respectievelijk 13,93% en 17,43%. Noteer dat het verschil in 2050 voor het versneller en het koploper scenario relatief klein is.

Tabel 39: Kostenbesparing volgens Ecologiepremie+ in het koploper scenario

Jaartal	Bouw	Retail food	Retail non-food	Horeca	Verhuis	Facilitair	Services	Afval	E-commerce	Totaal
2035 - basis	6,95%	3,75%	5,09%	4,37%	7,35%	3,69%	12,27%	3,77%	11,33%	6,03%
2035 - Ecologiepremie+ hele vloot	8,49%	8,87%	8,39%	9,10%	9,99%	7,74%	12,27%	6,53%	11,33%	8,87%
2050 - basis	15,01%	11,17%	12,72%	12,00%	15,37%	11,23%	21,03%	11,25%	20,58%	13,93%
2050 - Ecologiepremie+ hele vloot	17,36%	17,09%	16,52%	17,49%	18,40%	15,90%	21,03%	15,47%	20,58%	17,43%

Hoe sterker de transitie versneld wordt, hoe meer er rekening dient gehouden te worden met de KMO's. Het versneld elektrificeren van bestelwagens in het bijzonder maakt dat ondersteuning hieromtrent noodzakelijk wordt. Zonder ondersteuning zal de TCO van elektrische bestelwagens voor 2025 immers duurder blijven dan deze voor de diesel variant.

Het opnemen van een koplopersrol zal ervoor zorgen dat de Vlaamse logistieke dienstverleners ook een behoorlijk financieel voordeel kunnen doen door de kostenbesparing die emissievrije stedelijke distributie op termijn met zich meebrengt, zoals hierboven beschreven werd. Door de pioniers onder hen te ondersteunen in de jaren vóór de verwachte kostenpariteit wordt bereikt (d.m.v. een aankoopsubsidie en/of andere gunstmaatregelen) is de grootste winst te boeken, terwijl ook de

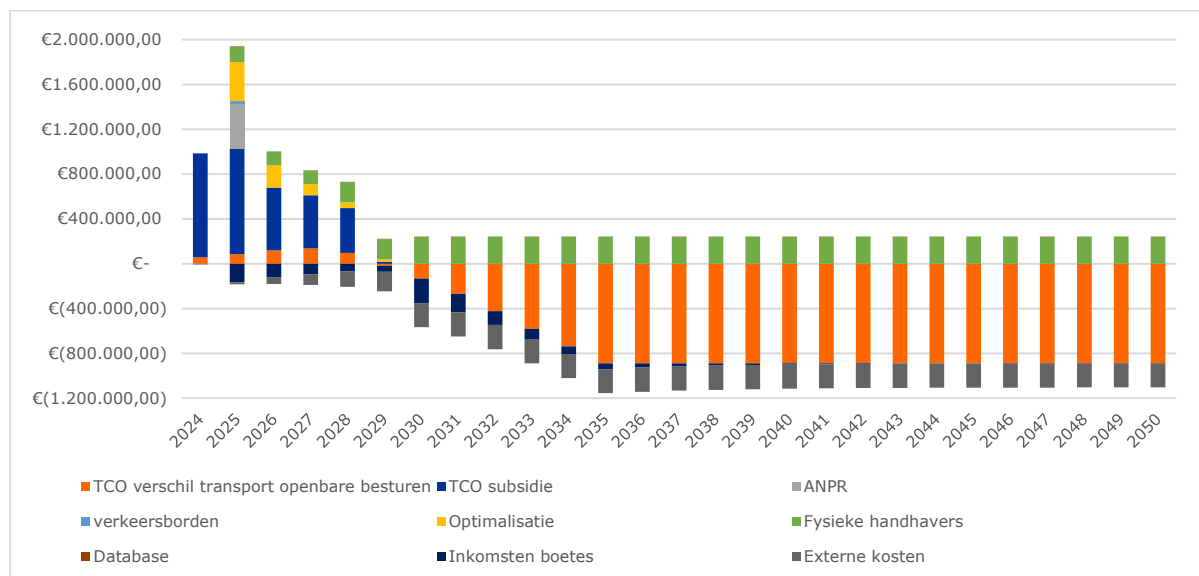
maatschappij erbij wint door de afname van gerelateerde externe kosten en emissies van luchtpolluenten en CO₂.

De kosten en baten zijn in dit scenario heel anders verdeeld (onder de actoren) dan in de voorgaande scenario's. Om de doelstellingen van dit scenario te halen dient er sneller overgeschakeld te worden naar elektrische voertuigen dan het moment waarin de TCO pariteit behaald wordt voor deze voertuigen. Die meerkost bedraagt 55,2 miljoen euro. In het scenario worden deze kosten toegewezen aan de Vlaamse overheid. Indien de Vlaamse overheid deze kost niet of deels tegemoet komt, zal het resterende deel dichtgereden dienen te worden door de andere actoren (vermoedelijk de sectoren zelf).

Bovenstaande meerkost geldt tot 2030 wanneer de kostenpariteit tussen conventionele en elektrische voertuigen ook voor de zwaardere voertuigen gehaald zal worden. Bovenop de overbrugging van het TCO verschil zijn er in de eerste jaren nog kosten voor de lokale overheid: 400.000 voor ANPR camera's, 25.000 euro voor verkeersborden, de kosten voor fysieke handhavers (2 in 2025, 3 vanaf 2027 en 4 vanaf 2030) en tot slot de kosten verbonden aan het ondersteunen van de optimalisatiemaatregelen met 725.000 euro voor een gemiddelde Vlaamse centrumstad gespreid over 5 jaar (stedelijk distributiecentrum en cargofietsen).

De Vlaamse overheid heeft een éénmalige kost voor het ontwikkelen van de databank (100.000 euro ofwel ongeveer 7.700 euro per centrumstad), dewelke zich verderzet in een beperkte onderhoudskost van 10.000 euro per jaar, verhoudingsgewijs op stadsniveau weergegeven in onderstaande figuur.

Daartegenover staan verschillende baten. Enerzijds zijn er de baten voor de maatschappij en het milieu die gradueel stijgen tot ongeveer 215.000 euro per jaar vanaf 2030 voor de gemiddelde centrumstad. De lokale overheid kan zelf ook twee baten wegschrijven; enerzijds de inning van boetes. Anderzijds zal het emissievrij maken van goederenvervoertuigvloot van de stedelijke overheid vanaf 2030 voor baten beginnen zorgen. In dit scenario is alle publiek goederenvervoer emissievrij tegen 2030, waardoor er eerder geïnvesteerd dient te worden. Er is initieel dus ook een meerkost voor de lokale overheid van 514.000 euro (vanuit TCO perspectief) tussen nu en 2030. De kostprijs van laadinfrastructuur is niet opgenomen in onderstaande analyse aangezien deze impliciet al is opgenomen in de TCO.

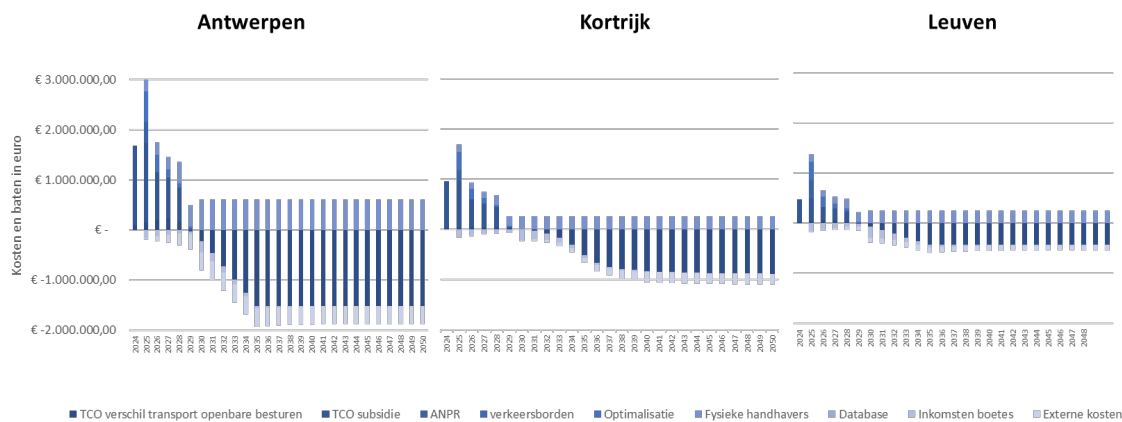


Figuur 71: Kosten en baten voor gemiddelde Vlaamse centrumstad in het koploper scenario

De invoering van een emissievrije zone levert in dit scenario meer baten op dan kosten, namelijk 12 miljoen over de actoren heen tussen nu en 2050. Dat is ongeveer 600.000 euro minder dan het

versneller scenario. Dat is dus de kostprijs over de actoren heen die betaald zal moeten worden om de doelstelling te halen.

Het kosten-basten patroon is gelijkend voor alle drie onderzoeksteden. Enkel de omvang van de kosten en de baten verschilt in relatie tot de grootte van de stad/emissievrije zone.



Figuur 72: Kosten en baten voor elk van de onderzoeksteden in het koploper scenario

- **Stroomvraag**

De stroomvraag voor dit scenario is op dezelfde manier berekend als deze voor de voorgaande scenario's. In totaal wordt er op Vlaams niveau een stroomvraag voor de emissievrije stedelijke distributie in de Vlaamse centrumsteden verwacht van reeds 1.194.960 MWu per jaar in 2025. Dit vereist een onmiddellijke uitbouw van laadinfrastructuur. De vraag stijgt sterk door naar 2030 met een stroomvraag van 3.648.368 MWu per jaar. Daarna stagneert de vraag op een totaal van 3.734.250 MWu per jaar in 2035 en 2040.

De stroomvraag per sector in 2035 toont een gelijk patroon aan dat van de voorgaande scenario's.

- **Duurzaamheidsimpact**

Volgens het koploper scenario zal deze uitstoot tegen 2025 reeds verminderd worden met 32%, ofwel 7.076 ton CO₂ per jaar. Tegen 2030 stijgt de reductie naar 98% of 21.689 ton per jaar. Daarna stagneert de reductie op 22.138 ton CO₂ per jaar, hetgeen neer komt op een reductie van 100%.

Voor luchtvervuiling (PM en NO_x) ziet men vergelijkbare reductiepercentages. Vertrekkende van een jaarlijkse uitstoot door stedelijke distributie in de dertien Vlaamse centrumsteden vandaag, zijnde 1,223 ton aan fijnstof en 86,782 ton NO_x, mag men dankzij dit versneller ambitieniveau een reductie verwachten van 29% tegen 2025, 98% tegen 2030 en tot slot een volledige reductie van 100% in 2035 en 2040.

De monetaire vertaalslag van de duurzaamheidsimpact van dit ambitieniveau toont een drastische reductie in kosten wordt vastgesteld vanaf 2030, van 11% ofwel 2,8 miljoen euro per jaar. Deze reductie blijft gelijklopend in 2035 en 2040.

6 Conclusie

	Onveranderd beleid scenario	Beleid scenario	Versneller scenario	Koploper scenario
Type overeenkomst	Niet bindend engagement	Niet bindend engagement	Bindend met inhoudelijke stroomlijning	Bindend met omvang minimum en vastgelegd ambitieniveau
Vlaamse overheid	<ul style="list-style-type: none"> Ondersteuning van lokale initiatieven en piloten De kilometerheffing aangepast, conform het Vlaams Klimaatplan 	<ul style="list-style-type: none"> Laadinfrastructuur vormt geen belemmering <ul style="list-style-type: none"> Aanbesteder 100% emissievrije N1, N2 en N3 tegen 2029 Overbrugging kostenverschil in TCO tussen 2025 en 2030 <ul style="list-style-type: none"> De kilometerheffing aangepast, conform het Vlaams Klimaatplan 	<ul style="list-style-type: none"> Ontwikkeling laadinfrastructuur volgens prognose kaarten <ul style="list-style-type: none"> Aanbesteder 100% emissievrije N1 tegen 2025; N2 en N3 tegen 2030 De kilometerheffing aangepast, conform het Vlaams Klimaatplan 	<ul style="list-style-type: none"> Ontwikkeling laadinfrastructuur volgens prognose kaarten <ul style="list-style-type: none"> Overbrugging kostenverschil in TCO tussen 2025 en 2030 Aanbesteder 100% emissievrije N1 tegen 2025; N2 en N3 tegen 2030 De kilometerheffing aangepast, conform het Vlaams Klimaatplan
Steden	<ul style="list-style-type: none"> Invoering, omvang en handhaving van ZEZ 	<ul style="list-style-type: none"> Logistiek van openbare besturen en afvalophaling emissievrij tegen 2029. Vrije invulling omvang en handhaving Ondersteuning stedelijke distributiecentra met eigen laadinfrastructuur, consolidatie en uitsluitend emissievrije voertuigen, incl. cargofietsen. <ul style="list-style-type: none"> Ondersteuning met laadinfrastructuur voor eigen vloot Aanbesteder 100% emissievrije N1, N2 en N3 tegen 2029 	<ul style="list-style-type: none"> Logistiek van openbare besturen en afvalophaling emissievrij tegen 2030. Vrije invulling omvang en handhaving Ondersteuning met laadinfrastructuur voor eigen vloot <ul style="list-style-type: none"> Aanbesteder 100% emissievrije N1 tegen 2025; N2 en N3 tegen 2030 	<ul style="list-style-type: none"> Logistiek van openbare besturen en afvalophaling emissievrij tegen 2030. Vrije invulling handhaving, omvang ZEZ mag uitgebreid worden Ondersteuning stedelijke distributiecentra met eigen laadinfrastructuur, consolidatie en uitsluitend emissievrije voertuigen, incl. cargofietsen.

				<ul style="list-style-type: none"> Ondersteuning met laadinfrastructuur voor eigen vloot Aanbesteder 100% emissievrije N1 tegen 2025; N2 en N3 tegen 2030
Ambitieniveau	<ul style="list-style-type: none"> N1: 2030 N2 en N3: 2040 uitzondering voor geconditioneerd, uitzonderlijk vervoer en lange afschrijving voertuigen 	<ul style="list-style-type: none"> N1: 2029 N2 en N3: 2035, nieuwe voertuigen 2029 uitzondering voor geconditioneerd, uitzonderlijk vervoer en lange afschrijving voertuigen 	<ul style="list-style-type: none"> N1: 2027 N2 en N3: 2035 uitzondering voor geconditioneerd, uitzonderlijk vervoer en lange afschrijving voertuigen 	<ul style="list-style-type: none"> N1: 2025 N2 en N3: 2030
Energiebehoefte	<p>2025: 186 713 MWu per jaar</p> <p>2030: 896 220 MWu per jaar</p> <p>2035: 2 688 660 MWu per jaar</p> <p>2040: 3 659 565 MWu per jaar</p>	<p>2025: 326 591 MWu per jaar</p> <p>2030: 2 523 719 MWu per jaar</p> <p>2035: 3 652 436 MWu per jaar</p> <p>2040: 3 734 250 MWu per jaar</p>	<p>2025: 970 905 MWu per jaar</p> <p>2030: 2 763 345 MWu per jaar</p> <p>2035: 3 652 436 MWu per jaar</p> <p>2040: 3 734 250 MWu per jaar</p>	<p>2025: 1 194 960 MWu per jaar</p> <p>2030: 3 648 368 MWu per jaar</p> <p>2035: 3 734 250 MWu per jaar</p> <p>2040: 3 734 250 MWu per jaar</p>
Socio-economische impact	Voor lichtste elektrische bestelwagens 2023 reeds gunstige TCO, voor middenklasse bestelwagens 2025, voor zwaarste bestelwagens 2027, voor N2 en N3 2029	Voor lichtste elektrische bestelwagens 2023 reeds gunstige TCO, voor andere bestelwagens 2026, voor N2 en N3 2029	Voor lichtste elektrische bestelwagens 2023 reeds gunstige TCO, voor andere bestelwagens 2026, voor N2 en N3 2029	Voor lichtste elektrische bestelwagens 2023 reeds gunstige TCO, voor andere bestelwagens 2025, voor N2 en N3 2025 (door financiële overheidssteuning)
CO ₂ reducties	<p>2025: 5% of 338 ton/jaar</p> <p>2030: 24% of 3 467 ton/jaar</p> <p>2035: 72% of 14 551 ton/jaar</p> <p>2040: 98% of 21 689 ton/jaar</p>	<p>2025: 9% of 701 ton/jaar</p> <p>2030: 69% of 16 260 ton/jaar</p> <p>2035: 98% of 21 689 ton/jaar</p> <p>2040: 100% of 22 138 ton/jaar</p>	<p>2025: 26% of 5 578 ton/jaar</p> <p>2030: 74% of 16 598 ton/jaar</p> <p>2035: 98% of 21 689 ton/jaar</p> <p>2040: 100% of 22 138 ton/jaar</p>	<p>2025: 32% of 7 076 ton/jaar</p> <p>2030: 98% of 21 689 ton/jaar</p> <p>2035: 100% of 22 138 ton/jaar</p> <p>2040: 100% of 22 138 ton/jaar</p>
Luchtvervuiling	<p>2025: -2%</p> <p>2030: -15%</p> <p>2035: -76%</p> <p>2040: -99%</p>	<p>2025: -6%</p> <p>2030: -61%</p> <p>2035: -98%</p> <p>2040: -100%</p>	<p>2025: -23%</p> <p>2030: -76%</p> <p>2035: -98%</p> <p>2040: -100%</p>	<p>2025: -29%</p> <p>2030: -98%</p> <p>2035: -100%</p> <p>2040: -100%</p>
Externaliteiten	<p>2025: - 0%</p> <p>2030: -2% of 240 772 €/jaar</p>	<p>2025: - 0%</p> <p>2030: -5% of 1,1 miljoen €/jaar</p>	<p>2025: -0%</p> <p>2030: -7% of 1,3 miljoen €/jaar</p>	<p>2025: -1% of 203 265 €/jaar</p> <p>2030: -11% of 2,8 miljoen €/jaar</p>

	2035: -7% of 1,3 miljoen €/jaar 2040: -11% of 2,8 miljoen €/jaar	2035: -11% of 2,8 miljoen €/jaar 2040: -11% of 2,8 miljoen €/jaar	2035: -11% of 2,8 miljoen €/jaar 2040: -11% of 2,8 miljoen €/jaar	2035: -11% of 2,8 miljoen €/jaar 2040: -11% of 2,8 miljoen €/jaar
--	---	--	--	--

Concluderend per sector kan men stellen dat:

Retail food

Uit de kwantitatieve analyse blijkt dat 15% van de vrachtwagenkilometers in de stad gericht is op het beleveren van de detailhandel. Enerzijds gaat het om ketens voor kleding, schoenen, speelgoed en elektronica, waarbij de logistieke processen (net als bij supermarkten) reeds verregaand zijn geoptimaliseerd op bedrijfsniveau. Gespecialiseerde logistieke dienstverleners voeren de logistiek uit, vaak met vrachtwagens.

Een meer diverse en 'dunnere' logistieke stroom gaat naar de zelfstandige winkels. Zoals blijkt uit de enquêtes, laten zij zich door verschillende leveranciers bezorgen. Een steeds groter deel gaat via pakketdiensten als BPost, DHL, GLS, DPD en PostNL. Sporadisch staan ze ook in voor eigen transport met een (elektrisch) auto, bestelwagen, (cargo)fiets of zelfs te voet.

Supermarkten worden bijna uitsluitend met vrachtwagens beleverd (zware vrachtwagens en trekker-opleggers) en dit volgens een vast rittenschema. Kleinere supermarkten (buurtsupers) met zelfstandige uitbaters of zaken zoals bakkers of beenhouwers worden vaker door verschillende leveranciers beleverd, waarvan een aantal gebruik maken van kleinere voertuigen zoals bestelwagens of soms zelfs cargofietsen.

Horeca

Horecazaken worden typisch zeer frequent beleverd. Het gaat om 5 à 10 leveringen per week (met uitschieters tot 20 leveringen per week), wat leidt tot bijna dagelijkse leveringen. Ze hebben verschillende leveranciers van zowel verse, diepgevroren en niet-voedsel gerelateerde goederen. Dit zorgt ervoor dat ze zowel worden beleverd door bestelwagens en lichte tot zware vrachtwagens die goederen aanbieden in de vorm van pakketten, palletten, rolcontainers, herbruikbare bakken, enzovoort.

Retail en horeca

Een aantal leveranciers bezorgen vandaag hun goederen al met emissievrije voertuigen, al zijn er verschillen merkbaar tussen de verschillende onderzoeksteden. In Kortrijk gaven 30% van de bevroegde retail- en horecazaken aan dat ze momenteel door minstens één elektrisch voertuig per week worden beleverd. Het gaat dan voornamelijk om horecazaken. Dit is een opvallende en waardevolle vaststelling (de transitie naar emissievrij vervoer is ingezet), maar door de beperkte steekproef, is deze conclusie niet statistisch significant.

In Leuven gaf geen enkele handelszaak aan dat ze worden beleverd met een elektrische bestel- of vrachtwagen. Eén respondent gaf wel aan dat sommige leveringen met de cargofiets gebeuren. In Antwerpen werd geen bevraging uitgevoerd, maar zijn er spelers actief zoals Cargo Velo en On-Time Logistics die leveringen uitvoeren met de cargofiets. Bovendien beleveren onder andere City Depot, DHL en Bpost handelaars met elektrische voertuigen. Deze leveringen met emissievrije voertuigen zijn mogelijk omdat de bedrijven over hubs beschikken aan de rand van de stad, waardoor de af te leggen afstanden fietsbaar zijn of passen binnen het bereik van de elektrische voertuigen.

Uit de bevragingen blijkt dat meer dan 60% van de retail- en horecazaken wekelijks door minstens één vrachtwagen worden beleverd. Meer dan 70% van de afgelegde kilometers door vrachtwagens (N2 en N3) gebeurt dan ook in functie van de retail- en horecasector. Voor deze leveringen is het volgens de vervoerders minder evident om op korte termijn over te schakelen naar emissievrije transporten. In de uitgevoerde interviews geven zij momenteel nog veel hindernissen aan die een shift naar emissievrije vrachtwagengebruik in de weg staan. Een veel gehoorde reden is dat de aanschafkosten van een emissievrije vrachtwagen momenteel (veel) hoger zijn dan een traditionele vrachtwagen. Bovendien willen veel bedrijven niet het risico nemen om in het "verkeerde voertuig" te investeren (zo is er de keuze tussen elektrische voertuigen en voertuigen op waterstof). Uit de gesprekken blijkt ook dat de bijhorende investeringen voor laadinfrastructuur

een bijkomende drempel is voor de overstap naar emissievrij transport. Ook zijn er vragen bij de capaciteit van het elektriciteitsnet, wat voor extra terughoudendheid zorgt. Tot is slot is er voor gekoelde transporten is de extra uitdaging dat deze koeling veel energie vraagt.

Toch nemen niet alle bedrijven een afwachtende houding aan. Zo wil Colruyt Groep hun eigen vrachtvervoer tegen 2030 emissievrij maken, door enkel batterij-elektrische of waterstof-elektrische voertuigen in te zetten die niets uitstoten. De ambitie is om tegen 2035 ook alle leveranciers en transportpartners te overhalen zodat tegen dan al het goederenvervoer voor Colruyt Group 100% verloopt op groene elektriciteit en groene waterstof. Ook Albert Heijn wil vanaf 2023 Nederlandse steden zoals Amsterdam, Rotterdam, Den Haag en Utrecht volledig elektrisch beleveren. Supermarkten zijn dus vaak front-runner op vlak van duurzame last mile. Dit heeft verschillende oorzaken. Enerzijds is hun logistieke keten vaak in eigen beheer, waardoor ze zelf strategische keuzes kunnen maken wat betreft transport. Anderzijds zijn ze erg zichtbaar in het straatbeeld en dus ook bij hun eindklant, waardoor ze sneller geneigd zijn duurzame keuzes te maken.

Voor de overstap naar emissievrije bestelwagens gelden dezelfde uitdagingen, maar in mindere mate, aangezien uit studies blijkt dat de TCO van elektrische bestelwagens steeds gunstiger worden ten opzichte van dieselveertuigen

Supermarkten worden bijna uitsluitend met vrachtwagens beleverd (zware vrachtwagens en trekker-opleggers) en dit volgens een vast rittenschema. Kleinere supermarkten (buurtsupers) met zelfstandige uitbaters of zaken zoals bakkers of beenhouwers worden vaker door verschillende leveranciers beleverd, waarvan een aantal gebruik maken van kleinere voertuigen zoals bestelwagens of soms zelfs cargofietsen.

Afvalophaling

Afvalstromen van particulieren en bedrijven zijn volgens de kwantitatieve analyse goed voor 3% van het aandeel logistieke stromen in steden. Het gaat om zeer regelmatige stromen, die volgens een vast schema worden opgehaald. Bovendien gaat het om zeer specifieke voertuigen (afvalwagens met compressor of vrachtwagens met afzetcontainers), die tijdens hun ritten zéér vaak moeten starten en stoppen.

Aangezien ophalen van afval een zeer specifiek type voertuig vereist, zijn de aanschafkosten van een emissievrij voertuig nóg hoger dan in andere sectoren. Gemeentes en bedrijven moeten hierdoor zeer grote investeringen doen, maar hebben vandaag niet altijd voldoende motivatie of financiële middelen om de overstap te maken. Bovendien is er nog een beperkt aanbod en leidt de zware batterij tot minder laadvolume om vuilnis te laden (wat tot meer ritten zou leiden).

De stad Antwerpen heeft wel 2 huisvuilwagens op waterstof aangekocht (binnen het Europese Revive project). In de onderzoeksteden Kortrijk en Leuven gaat men momenteel niet verder dan het elektrificeren van de voertuigen met een MTM van minder dan 3,5 ton (N1).

Men merkt wel dat bepaalde bedrijven (voorzichtig) de transitie maken naar het gebruik van biodiesel HVO100, die de CO₂ uitstoot vermindert met ten minste 50% en tot 90% in vergelijking met een standaard brandstof. De verbranding stoot ook minder andere vervuilende stoffen uit (NO_x, HC, CO en fijnstof) dan een standaardbrandstof (CE Delft, 2021).

Het voordeel bij dit segment is dat de actoren beperkt en gemakkelijk te identificeren zijn. De steden/gemeentes (of intercommunales) zijn verantwoordelijk voor het ophalen van huishoudelijk afval en beheren dus zelf het wagenpark. Voor het ophalen van bedrijfsafval werden slechts 3 grote spelers geïdentificeerd (Renewi, Veolia en Vanheede).

E-commerce

Hoewel dit een zeer zichtbare logistieke stroom is in het straatbeeld, worden volgens de kwantitatieve analyse slechts 6% van de voertuigkilometers gereden in functie van e-commerce.

Verschillende elementen zoals stijgende bevolkingsdichtheid in steden, verdere digitalisering en dalend autobezit, leiden tot de verwachting dat dit segment in de komende jaren wel verder zal groeien.

In stedelijke context wordt deze stroom vooral ingevuld door bestelwagens voor het leveren van pakketten.

Een derde van het volume (30 à 35%) wordt vervoerd door Bpost. Vervolgens zijn er 3 bedrijven die elk 10 à 20% van het marktaandeel vervoeren (DPD, Post NL en UPS). Tot slot zijn er 6 pakketdiensten die 5% of minder van het totale volume vervoeren (BIPT).

De e-commerce sector is één van de weinige logistieke sectoren, waarbij de leveranciers zelf al belangrijke inspanningen doen om hun transporten duurzamer te maken.

Dit gebeurt om verschillende redenen:

- Veel pakketdiensten die actief zijn in Vlaanderen, zijn ook werkzaam in onze buurlanden. De bedrijven bereiden zich dus ook voor op wetgeving die daar geldt/zal gelden (bv. Nederland plant de invoering van 30 tot 40 emissievrije zones voor vrachtauto's en bestelauto's in 2025)
- Bestelwagens die pakketten leveren, leggen dagelijks vaak niet meer dan 200 km af. Om rekening te houden met uitschieters en andere parameters, wordt de ideale range van een elektrisch voertuig voor pakketlevering geschat op 300 km. Deze elektrische voertuigen zijn vandaag reeds beschikbaar op de markt.
- De marktleider is Bpost met een zeer groot wagenpark van voertuigen die op jaarbasis vele kilometers afleggen in stedelijke context. Het bedrijf investeert in het emissievrij maken van het voertuigpark. Andere internationale grote spelers in de markt (bv. DHL en DPD) zetten soortgelijke stappen. Meerdere spelers in de markt (bv. Post NL en GLS) maken echter gebruik van onderaannemers, die doorgaans weliswaar aan bepaalde emissiestandaarden moeten voldoen. Zo geeft GLS vandaag wel een financiële incentive aan onderaannemers bij het aankopen van een Euronorm 6 voertuig. Voor emissievrije voertuigen is dat (nog) niet het geval. Dit maakt dat voor onderaannemers de aankoop van een elektrisch voertuig een grote financiële stap is.

Een concreet voorbeeld van de overgang naar emissievrij transport zijn de "Ecozones" van BPost in Leuven en Mechelen. Deze "Ecozones" bestaan uit een dicht netwerk aan afhaalpunten en pakjesautomaten, waar pakjes 100% uitstootvrij worden geleverd. Ook in Antwerpen maakt Bpost gebruik van meer dan 20 cargofietsen (de zogenaamde "bike-trailers").

DHL heeft dan weer de doelstelling om (in België) 40% van haar wagenpark te elektrificeren tegen 2025 en tegen 2030 wil men zelfs 60% van haar voertuigen elektrificeren. In Antwerpen zet DHL voor express leveringen enkel elektrisch bestelwagens en cargofietsen in, wat mogelijk is dankzij haar hub die zeer dicht bij het stadscentrum ligt. Levering van pakketten gebeurt wel nog met traditionele bestelwagens.

Niet enkel grote bedrijven, maar ook (kleine) zelfstandige fietskoeriers zoals Vi-tes in Leuven of De Fietskoerier in Antwerpen leveren online bestelde pakjes bij lokale handelaren aan de inwoners van de respectievelijke steden.

Tot slot zijn er – net zoals in andere sectoren – nog een aantal drempels die vaak genoemd worden zoals:

- de effectieve beschikbaarheid van de voertuigen
- de verlaagde capaciteit door de aanwezigheid van de batterij: dit leidt ertoe dat vervoerders minder volume per rit kunnen vervoeren, wat hun efficiëntie verlaagt (meer ritten en dus voertuigen en chauffeurs nodig voor het vervoeren van hetzelfde volume)
- het hogere gewicht van elektrische bestelwagens, dat ertoe leidt dat elektrische bestelwagens in de voertuigcategorie N2 terecht komen en dat dat chauffeurs in het bezit moeten zijn van een C-rijbewijs. Gezien een nijpend tekort aan chauffeurs met dit rijbewijs, is dit een grote uitdaging. Aan deze drempel wordt momenteel tegemoetgekomen door de invoering van een proefproject op federaal niveau. Dit

proefproject laat namelijk toe dat elektrische en waterstofbestelwagens tot maximaal 4 250 kg worden bestuurd met een rijbewijs B (binnen bepaalde randvoorwaarden).

- De kans op slechte weersomstandigheden kunnen een drempel zijn om voldoende bestuurders voor cargofietsen te vinden.

De e-commerce sector is dus een relatief kleine sector (in gereden voertuigkilometers in steden), die lagere drempels heeft om over te schakelen op emissievrije voertuigen dan andere sectoren en waarbinnen veel bedrijven zelf vandaag al inspanningen doen om hun vloot te verschoneren. Bovendien zijn de actoren eenvoudig te identificeren en is hun marktaandeel gekend (zie boven). Deze elementen zorgen ervoor dat de e-commerce sector relatief eenvoudig is om te verduurzamen, maar dat de impact van deze inspanningen kleiner zal zijn dan in andere sectoren (die meer ondersteuning nodig hebben).

Bouw

Uit de kwantitatieve analyse blijkt dat 27% tot 40% van de gereden vrachtkilometers in de stad voort komt uit bouwactiviteiten (zowel aanleg van publieke infrastructuur als van bouw en renovatie van gebouwen). Bouwlogistiek is daarmee één van de grootste logistieke sectoren. Merk op dat het enkel gaat om het vervoer tot aan de werf en dat kranen en graafmachines op werven niet worden meegerekend. De strenge energie- en renovatiedoelstellingen zullen de komende jaren bovendien alleen maar leiden tot nog meer renovaties en dus bouwstromen.

En hoewel bouwlogistiek zeker gepaard gaat met grote voertuigen zoals betonwagens, containerwagens voor bouwafval en vrachtwagens voor vervoer van bakstenen en andere zware bouwmaterialen, zijn het vooral de bestelwagens die het grootste aandeel voertuigkilometers vertegenwoordigen binnen deze sector (ongeveer 70%). Het gaat dan onder andere om arbeiders die dagelijks met een bestelwagen (met basismateriaal) naar werven rijden en het grote aandeel aan afwerkingswerken waarbij hoofdzakelijk bestelwagens worden ingezet voor transport: installeren van sanitair en elektriciteit, bezetten van muren, verven,...

De bouwsector bestaat uit een aantal grote aannemersbedrijven (BESIX, Stadsbader, Strabag,...), maar wordt aangevuld door een massa aan kleine ondernemingen en eenmansbedrijven.

De weg naar zero-emissie is niet evident in deze sector. Uit een gesprek met een groot aannemersbedrijf, blijkt dat zij vandaag al inspanningen doen om hun voertuigkilometers te beperken/verduurzamen (combineren van transporten, arbeiders koppelen aan werven op basis van hun woonplaatsen, bedrijfsvoertuigen vervangen door elektrische wagens), maar van emissievrij transport van goederen is vandaag nog geen sprake.

Voor de grote vrachtwagens zal voornamelijk de beschikbaarheid, betaalbaarheid en bereik van de voertuigen een grote uitdaging zijn (zie ook uitdagingen in de onderdelen horeca/retail en afval).

Voor de overschakeling naar emissievrije bestelwagens zijn er in theorie minder drempels aangezien uit studies blijkt dat de TCO van elektrische bestelwagens steeds gunstiger wordt in vergelijking met bestelwagens met een verbrandingsmotor. Toch zijn er uitdagingen rond de beschikbaarheid van deze voertuigen, de financiële haalbaarheid op korte termijn voor kleine ondernemingen (de bouwsector wordt gekenmerkt door een groot aandeel aan eenmanszaken, KMO's en familiebedrijven) en het opladen van elektrische voertuigen. Veel kleine of eenmansbedrijven parkeren hun voertuig thuis. Zij zullen dan zelf laadinfrastructuur moeten installeren indien ze over een garage beschikken (wat nog extra kosten inhoudt) of een laadpaal moeten aanvragen bij de stad/gemeente indien ze niet over een eigen oprit beschikken. De bestelwagens staan ook veel stil tijdens de werken, maar de mogelijkheden tot opladen zullen gelimiteerd zijn gezien de werfsituaties of stedelijke context waar de densiteit aan laadpunten vandaag nog beperkt is.

Tot slot leiden de strenge energie- en renovatiedoelstellingen gekoppeld aan klimaatuitdagingen ook tot een vraag naar bouwactiviteiten die hoger is dan het aanbod, in het bijzonder de dienstverlening aan particulieren. Hierdoor kunnen aannemers selectiever zijn in de opdrachten die ze aannemen. De urbane context (met veel congestie, parkeerproblematiek circulatieplannen

en lage emissie zones) is vaak al een drempel voor het efficiënt uitvoeren van opdrachten. Het is daarom niet vanzelfsprekend om bouwen in stedelijke context nog complexer te maken door voorwaarden op vlak van emissievrij transport.

Service logistiek

De logistieke stromen voor service logistiek zijn volgens de kwantitatieve analyse gemiddeld goed voor ongeveer 15% van het totaal aandeel afgelegde kilometers in steden. Meer dan 90% hiervan wordt vertegenwoordigd door bestelwagens.

Service logistiek kan onderverdeeld worden in verschillende type stromen.

(1) Tweemans leveringen, vaak gekoppeld aan een dienst: het bezorgen (en installeren) van zware goederen zoals wasmachines, koelkasten, Tv-toestellen,...

(2) Onderhoudsdiensten

- Eenmalige diensten (bv. aansluiting internet)
- Frequente diensten (bv. controles, leveren stookolie, onderhoudsdiensten zoals ramen wassen of tuinonderhoud, ledigen beerput,...)
- Sporadische diensten (bv. kleine reparaties en onderhoudswerken uitgevoerd door schilders, loodgieters, elektriciens,...)

(3) Verhuislogistiek

- Via een verhuysfirma
- Uitgevoerd door particulieren met een gehuurd voertuig op basis van een analyse van parkeerverbodsbornen.

Een typische eigenschap van de stromen voor service logistiek, is dat de voertuigen steeds voor een korte tot (zeer) lange tijd dichtbij de bestemming parkeren omdat het ofwel gaat over de levering van zware goederen of het uitvoeren van een dienst waarbij het voertuig fungeert als "werkplaats" of "magazijn". Verhuyswagens (vaak in combinatie met ladderlift) zijn hier het extreme voorbeeld van: ze moeten vlakbij de woning parkeren en staan voor een zeer lange tijd stil. Deze laatste voertuigen zijn in duurtijd lang aanwezig in een stad, maar leggen zeer weinig kilometers af omdat ze dagelijks slechts 1 à 2 (indien verhuys binnen dezelfde stad) bestemmingen hebben in een bepaalde stad.

Men schat in dat minder dan 0,1% van de ritten binnen dit segment wordt uitgevoerd met een cargofiets. Hoewel er zeker voorbeelden gekend zijn van onderhoudsdiensten of leveranciers die gebruik maken van een cargofiets (glazenwassers, elektriciens, klusjesmannen, loodgieters,...) is dit aandeel nog steeds miniem. Een cargofiets kan enkel ingezet worden bij kleine goederenvolumes en indien de afzetmarkt van de ondernemer zich limiteert tot de eigen stad (en rand), wat beperkende gevolgen heeft. Bovendien blijken grotere bedrijven de cargofiets vooral in te zetten als marketingmiddel voor een zeer beperkt aandeel van hun leveringen/diensten.

Dit segment kent verschillende uitdagingen in de overstap naar emissievrij transport. Ten eerste gaat het om een zeer diverse sector, met een veelheid aan actoren – vaak bestaande uit zelfstandige eenmansbedrijven - waarvan de oorsprong zeer gevarieerd is. Het is dus moeilijker om deze stakeholders te benaderen en te betrekken in de overgang naar zero-emissie voertuigen. Tot slot is de investering in een emissievrij voertuig voor deze kleine zelfstandige ondernemingen helemaal niet evident of zelfs niet economisch haalbaar op korte termijn (zeker in het geval van grote voertuigen zoals verhuyswagens). Het zal dus grotere inspanningen vragen om deze sector te ondersteunen bij de overgang naar emissievrij vervoer. Het faciliteren van groepsaankopen voor voertuigen of laadinfrastructuur is een mogelijk piste om de drempel te verlagen in deze transitie.

Facilitaire stromen

Facilitaire leveringen vertegenwoordigen volgens de kwantitatieve analyse ongeveer 10% van het totaal aantal logistieke kilometers in steden. De leveringen kunnen onderverdeeld worden in 3 subcategorieën:

- Leveringen/diensten voor kantoren (kantoormateriaal, fruitmanden, koffie, schoonmaakdiensten,...)
- Leveringen aan publieke gebouwen (stadskantoren, woonzorgcentra, OCMW's,...) waarbij de stadsdiensten instaan voor de aankoop van goederen en diensten
- Leveringen aan grote semi-publieke instellingen zoals ziekenhuizen en onderwijsinstellingen die hun eigen goederen en diensten aankopen

Deze leveringen gebeuren zowel met bestelwagens (bv. kantoormateriaal voor privé-bedrijven), vrachtwagens (bv. leveringen aan ziekenhuizen) als met geconditioneerd transport (bv. leveringen aan grootkeukens). In beperkte mate gebeuren leveringen ook met een cargofiets. Dit is enkel mogelijk voor kleine volumes en indien het bedrijf fietshubs heeft aan de rand van de stad. Zo doet een grote leverancier van droge, verse en diepvriesproducten aan bedrijven 5% van haar leveringen met behulp van fietskoeriers.

Binnen deze sector worden er momenteel ook inspanningen gedaan om de leveringen te optimaliseren. Er kunnen namelijk nog veel voertuigkilometers bespaard worden door de bestellingen van grote publieke instellingen/bedrijven te bundelen in plaats van dat elke bedrijfseenheid aparte bestellingen plaatst die de volgende dag moeten geleverd worden.

7 Bibliografie

- Aronietis, R. en Vanelslander, T. (2021). Logibat WP2 Chapter: Economic Impacts of the Catenary Electric Road System: Implementation in Flanders
- AT Osborne (2019) Nul-emissie stadslogistiek: toezicht en handhaving. <https://atosborne.nl/nieuws/nul-emissie-stadslogistiek-toezicht-en-handhaving/>
- BeCommerce (2022) Market Monitor
- Bickel, P., Friedrich, R., Droste-Franke, B., Bachmann, T. M., Greßmann, A., Rabl, A., ... Tidbald, J. (2005) ExternE: Externalities of Energy Methodology 2005 Update. Luxembourg.
- Bres, C., Visser, W., Smid, A., Durkoop, T., Kok, R., van Zyl, S., Spijker, B. (2022). Trendrapport Logistieke Voertuigen: Deel 1: Lichte Bedrijfsvoertuigen - Overzicht van ontwikkelingen tot en met medio 2022
- Bureau Nieuwe Gracht (2017) Living Lab Utrecht – Stadslogistiek in een duurzaam en bereikbaar Beurskwartier
- Brusselaers, N. & Mommens, K. M. (2022) “The effects of a water-bound construction consolidation centre on off-site transport performance: the case of the Brussels-Capital Region”, Case Studies on Transport Policy. 10, 4, p. 2092-2101
- Brusselaers, N., Lebeau, P., Mommens, K., Saoud, S. (2023), The potential of cargobikes in urban construction transport, VREF Conference, Goteborg
- CE Delft, 2021, “STREAM Goederenvervoer 2020: Emissies van modaliteiten in het goederenvervoer”
- City Depot en Stad Hasselt (2012) Thuis in de Stad-prijs 2012 met het project City Depot
- Clean Cities Campaign. (2022). Clean Cities: The development trends of low and zero-emission zones in Europe. <https://cleancitiescampaign.org/wp-content/uploads/2022/07/The-development-trends-of-low-emission-and-zero-emission-zones-in-Europe-1.pdf>
- Cockx, K., Canters, F. (2015). Should I stay or should I go? Modelling residential mobility of households in Belgium. Oral presentation, 6th Belgian Geography Days 2015, Brussels, 13 November 2015.
- Commissie Stedelijke Distributie (2005) Instrumenten map; Rekenmodule. Eindhoven: Commissie Stedelijke Distributie.
- Cruz, C., & Montonen, A. (2016). Implementation and impacts of low emission zones on freight activities in Europe: Local schemes versus national schemes. *Transportation Research Procedia*, 12, 544–556.
- Dablanc, L., (2011) “City distribution, a key element of the urban economy: guidelines for practitioners”, In: Macharis, C., Melo, S. (eds.), *City Distribution and Urban Freight Transport: Multiple Perspectives*, Edward Elgar, Cheltenham, UK, pp. 13–36.
- de Bok, M., Tavasszy, L., & Sebastiaan Thoen. (2022). Application of an empirical multi-agent model for urban goods transport to analyze impacts of zero emission zones in The Netherlands. *Transport Policy*, 124, 119–127. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.07.010>
- Delhaye E., De Ceuster G., Vanhove F., Maerivoet S. (2017) Internalisering van externe kosten van transport in Vlaanderen: actualisering 2016, studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA, door Transport & Mobility Leuven
- Ellison, R. B., Greaves, S. P., & Hensher, D. A. (2013). Five years of London’s low emission zone: Effects on vehicle fleet composition and air quality. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 23, 25–33

- Europese Commissie (2011) Witboek Transport - Stappenplan voor een interne Europese vervoersruimte – werken aan een concurrerend en zuinig vervoerssysteem (COM(2011) 144), Brussel
- Europese Commissie (2014). Low Emission Zones in Europe. European Commission Brussels, Belgium. <http://www.lowemissionzones.eu/>
- Europese Commissie (2019) Verordening EU2019/1242 CO₂ emissienormen voor nieuwe zware bedrijfsvoertuigen en tot wijziging van Verordeningen (EG) nr. 595/2009 en (EU) 2018/956 van het Europees Parlement en de Raad en Richtlijn 96/53/EG van de Raad
- Ezeah, C., Finney, K., & Nnajide, C. (2015). A critical review of the effectiveness of low emission zones (LEZ) as a strategy for the management of air quality in major European cities. *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology*, 2(7), 1860–1868
- FOD Economie (2022) Visie en strategie waterstof – update oktober 2022
- Gibson, G., Varma, A., Cox, V., Korzhenevych, A., Dehnen, N., Bröcker, J., ... Meier, H. (2014) Update of the Handbook on External Costs of Transport - Final Report. London.
- Grin, J., Rotmans, J., Schot, J. (eds.) (2010). Transitions to sustainable development. New directions in the study of long term transformative change. New York: Routledge
- Gustafsson, M., Svensson, N., Eklund, M., Dahl Öberg, J., & Vehabovic, A. (2021). Well-to-wheel greenhouse gas emissions of heavy-duty transports: Influence of electricity carbon intensity. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 93, 102757. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102757>
- ICCT (2023) White paper: a comparison of the life-cycle greenhouse gas emissions of European heavy-duty vehicles and fuels. O’Connel A., Pavlenko, N., Bieker, G., Searle, S.
- Infrabel, NMBS (2022) Strategisch Meerjareninvesteringsplan 2023-2032
- Janjevic, M. & Ndiaye, A. (2014) Development and Application of a Transferability Framework for Micro-consolidation Schemes in Urban Freight Transport. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 125, p. 284-296
- Lebeau, P. and Macharis, M. (2014) Freight transport in Brussels and its impact on road traffic. *Brussels Studies [Online]*, Algemene collectie, nr 80, Online op 20 octobre 2014, DOI: <https://doi.org/10.4000/brussels.1239>
- Lebeau, P., Macharis, C. & Van Mierlo, J. (2019). How to Improve the Total Cost of Ownership of Electric Vehicles: An Analysis of the Light Commercial Vehicle Segment. *World Electric Vehicle Journal*. 10, 4, p. 1-15., 90.
- Macharis, C., Milan, L., Verlinde, S., (2012) Straightsol Deliverable D3.2. Stakeholders, criteria and weights.
- Mommens, K., Lebeau, P., Verlinde, S., van Lier, T., Macharis, C., (2018) Evaluating the impact of off-hour deliveries: An application of the Transport Agent-Based model”, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol. 62, pp, 102-111
- Mommens, K. (2019) The development of an assessment framework for multimodal freight transport of different cargo types in Belgium.
- Mommens, K., Brusselaers, N. (2021a) Brussels Construction Consolidation Center : Work package 9 : Location Analysis. p. 32
- Mommens, K. & Macharis, C. (2021b) Get the goods in a zero-emission city: a simulation for the Brussels-Capital Region in 2035, BIVÉC-GIBET research days
- Polis, C40 Cities, & Transport Decarbonisation Alliance. (2020). How-to Guide: Zero-Emission Zones. Don’t wait to start with freight! <https://www.polisnetwork.eu/wp>

- PWC (2022) The dawn of electrified trucking: Routes to decarbonizing commercial vehicles
- Quak, H. (2008) Sustainability of Urban Freight Transport - Retail Distribution and Local Regulations in Cities. Erasmus Universiteit Rotterdam.
- Rotmans et al. (2000) Transitie & transitie management: De casus van een emissiearme energievoorziening. ICIS/Merit, Maastricht
- Rout, C., Li, H., Dupont, V., Walud, Z. (2022). A comparative total cost of ownership analysis of heavy duty on-road and off-road vehicles powered by hydrogen, electricity, and diesel. Heliyon, Volume 8, Issue 12
- Routhier J.L and Aubert P.L. (1999) FRETURB, un modèle de simulation des transports de marchandises en ville. 8th WCTR Antwerp proceedings, Elsevier, 531-544.
- Stad Amsterdam (2022) Samen werken aan balans tussen bevoorrading en leefbaarheid
- Strale, M., Lebeau, P., Wayens, B., Hubert, M., & Macharis, C. (2015). Cahiers de l'Observatoire de la mobilité.
- TNO (2022) Techno-economic uptake potential of zero-emission trucks in Europe
- Topsector Logistiek (2017) Handreiking stedelijk goederenvervoer
- Transport & Environment (2022) E-vans: cheaper, greener and in demand: why it's time for the EU toramp up supply. https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2022/03/2022_03_van_TCO_report-1.pdf
- Van Amstel, W.P. (2015) Citylogistiek: op weg naar een duurzame stadslogistiek voor aantrekkelijke steden
- Van Amstel, W., Balm, S., Warmerdam, J., Boerema, M., Altenburg, M., Rieck, F. en Peters, T. (2018). Stadslogistiek: Licht en elektrisch. Amsterdam: Hogeschool van Amsterdam
- van Essen, H., van Wijngaarden, L., Schroten, A., Sutter, D., Bieler, C., Maffii, S., Brambilla, M., Fiorello, D., Fermi, F., Parolin, R., El Beyrouthy, K. (2019) Handbook of external costs of transport: version 2019, CE Delft
- Van Lier, T., Mommens, K., Vanhulle, A., Van Winckel, J., & Macharis, C. (2019). Roadmap voor vermindering van klimaat- en luchtmissies van vrachtvervoer. Brussels.
- Visser, W., Bres, C., Kok, R., Spijker, B., van Zyl, S. (2022). Trendrapport Logistieke Voertuigen: Deel 2: Zware Bedrijfsvoertuigen (>3,5 ton) - Overzicht van ontwikkelingen tot en met 2021
- VMM (2023) Broeikasgasemissies per sector tussen 1990 en 2020. <https://www.vmm.be/klimaat/broeikasgasemissies-per-sector>
- Wackenier, L., Toté, K., Vercauteren, J., Matheussen, C., & Verlinden, L. (2020). Impact van de lage-emissiezones op het wagenpark, de luchtkwaliteit en sociaal kwetsbare groepen.
- W&Z en De Sccheepvaart (2014) Masterplan 2020
- Weinreich, Sigurd & Rennings, Klaus & Schlomann, Barbara & Geßner, Christian & Engel, Thomas, (1998). External Costs of Road, Rail and Air Transport - a Bottom-Up Approach, ZEW Discussion Papers 98-06, ZEW - Leibniz Centre for European Economic Research.
- Yuan, W., Frey, C., Wei, T. (2022). Fuel use and emission rates reduction potential for light-duty gasoline vehicle eco-driving. Transportation Research Part D: Transport and Environment, Vol. 109, 103394

ANNEX 1

Biomethaan is CO₂-neutraal maar niet emissievrij. Bij verbranding komen er nog steeds emissies vrij. Voor biomethaan vormen de hoge productie kosten bovendien een barrière. Biomethaan is daarom zeer beperkt beschikbaar. Transport moet er bovendien voor in competitie gaan met sectoren waarvoor de biomethaan economisch interessantere toepassingen kent. Daarnaast zijn er beperkte extra investeringen verbonden aan de aankoop van biomethaan voertuigen, en zijn er investeringen nodig in de uitbouw van tankinfrastructuur. Dit maakt de *total cost of ownership* (TCO) voor deze voertuigen niet interessant is. De verwachting is dat dit ook zo zal zijn op middellange termijn (2030-2040). Biomethaan voertuigen hebben bovendien te maken met methaanlekkages. Methaan is een krachtiger broeikasgas dan CO₂. Het maakt dat de technologie momenteel een gemiddelde reductie in CO₂-equivalente uitstoot vertegenwoordigt van 7-9% ten opzichte van dieselvarianten (ICCT, 2023; van Lier et al., 2019).

Waterstof aangedreven voertuigen worden eveneens niet uitgelicht in deze studie. Waterstof kan gebruikt worden in een brandstofcel waar het elektriciteit opwekt om zo aan te drijven. Er wordt in deze context gesproken van een brandstofcelvoertuig of FCEV (Fuel Cell Electric Vehicle). Voor gebruik in de transportsector dient waterstof echter geproduceerd te worden, en dat vraagt veel energie. Momenteel is *steam methane reforming* (SMR) de goedkoopste en meest gebruikte methode voor grootschalige productie van waterstof. Het wordt grijze waterstof genoemd en is een reactie tussen stoom en methaan uit aardgas. SMR-waterstof geproduceerd uit aardgas leidt nauwelijks tot verminderingen in broeikasgasemissies in vergelijking met moderne verbrandingsmotoren (IEA, 2023). Er bestaan emissievrije *pathways* voor de productie van waterstof, maar deze zijn nog zeer duur. De meerkost voor productie van duurzame waterstof en de meerkost van de brandstofcelvoertuigen vormen de grootste barrière voor deze technologie. De meest optimistische prognoses gaan uit van een gunstige TCO voor waterstof aangedreven zware vrachtvoertuigen tegen 2030 (Rout et al., 2022). TNO (2022) stelt dan weer dat waterstof vrachtwagens duurder zullen blijven dan hun dieselvariant tot 2030. Daarna zullen FCEV-vrachtwagens een minder gunstige TCO hebben dan batterij elektrische vrachtwagens, waardoor de TNO (2022) simulaties geen noemenswaardige marktpenetratie toekennen aan waterstofvrachtwagens tot 2040. Belangrijk hierbij is eveneens de efficiëntie bij de opwekking van waterstof. Deze ligt lager bij FCEV dan bij batterij elektrische voertuigen, hetgeen resulteert in een hoger energieverbruik per kilometer voor waterstof voertuigen. Wel stelt TNO (2022) en andere studies (Rout et al., 2022; Zero Partnerships, 2022) dat indien waterstof zijn ingang kan vinden, dit zware vrachtvervoer toepassingen zullen zijn, voornamelijk voor lange-afstandstransport. Voor stedelijke distributie wordt waterstof niet als een haalbare energiedrager beschouwd. Tot slot vereist de uitbouw van de tankinfrastructuur overheidsondersteuning. De plannen voor een dergelijke uitbouw focussen op het (internationale) snelwegennetwerk en lange-afstandstransport. Dit is in lijn met de federale visie op waterstof, waarbij elektrificatie de prioriteit blijft. Waterstof wordt enkel als nuttig gezien wanneer de voordelen op het gebied van autonomie, oplaadtijd, opslagvolume en gewicht de energieverliezen en hogere kosten rechtvaardigen.

ANNEX 2

Gesprekspartner	Sector	Datum
Bruneau – Jean-Frédéric De Kersmaeker	Facilitaire leveringen	1/09/2022
BPost – Pierre Fils	E-commerce	02/09/2022
Renewi – Sofie Wuyts	Afval	07/09/2022
Coolblue – Isha Bex	Service logistiek	09/09/2022
Dock Movers – Sarah Dockx	Service logistiek	21/09/2022
Stadsbader – Walter Schoonvaere	Bouw	21/09/2022
Ziekenhuis Heilig Hart Leuven – Irouchka Moyersoan	Facilitaire leveringen	30/09/2022
DHL – Ansfrid Vanlerberghe & Steven Van Den Bossche	E-commerce	04/10/2022
Van Moer – Frederik Vermeersch	Algemeen transport	05/10/2022
Solucious – Bjorn Van Vaerenbergh & Tim Verheyen	Facilitaire leveringen	12/10/2022
Aankoopdienst stad Kortrijk – Sebastien Lefebvre	Facilitaire leveringen	21/10/2022

Score Card

Cargofiets

Voertuig

Type:	Zero emissie/ BEV
Configuratie:	met/zonder trailer
Prijs:	€ 3.000 - € 13.000
Gewicht:	20 – 170 kg
Laadvermogen:	50 – 350 kg
Laadvolume	0,2 – 2,1 m (met trailer)

Voorbeeld: Cube cargo hybride



Vandaag (2022)

Batterij:	0,5 – 1 kWh
Motorvermogen:	0,25 kW ²
Rijbereik:	35 – 100 km ³

Verwachte evoluties

Groeisegment in last-mile delivery; introductie van meerdere nieuwe modellen in de komende jaren

Toepassingen

	x		x	x		x	x	
Sectoren	Retail Food	Retail non-food	Bouw	Horeca	E-Commerce	Afvalophaling	Service diensten & installaties	Facilitaire leveringen

Laadinfrastructuur

	x	x	Opmerking
Lader	2A (normaal)	4A (snel)	voor dit segment, waar verwijderbare accu's standaard zijn (één of twee per fiets), bestaan er naast opladen nog andere mogelijkheden, zoals batterijwisseldiensten (battery swap).
Type/aansluiting	1 fase (stopcontact)	1 fase (stopcontact)	
Locatie	Bedrijf/ Privéterrein	Bedrijf/ Privéterrein	
Laadtijd ¹	8u (100%), 5,5u (80%)	5,5u (100%), 3,5u (80%)	

1) indicatieve laadtijden voor cargofietsen met 600 Wh batterijcapaciteit (bron: fietstest.nl)

2) indien groter: L1e-A fietsen met maximum 25 km/h en 1kW.

3) cfr Bosch simulator, afh. totaal gewicht (100-300kg) en batterijcapaciteit

Score Card

Vierwielers

Voertuig

Type:	Zero emissie/ BEV
Configuratie:	Monospace, bakwagen
Prijs:	€ 9.000 - € 35.000
Gewicht:	300 – 1.000 kg
Laadvermogen:	200 – 750 kg
Laadvolume	4 – 8 m ³

Voorbeelden: Colibus, Citroën Ami Cargo



Vandaag (2022)

Batterij:	12,2 – 20,7 kWh
Motorvermogen:	6 – 15 kW
Rijbereik:	75 – 150 km

Verwachte evoluties

Nieuwe modellen en merken; bijv. ElectricBrands (aankondigen IAA transport); grotere batterij incl. batterij uitbreiding door verwisselbare batterijen.

Toepassingen

	x	x		x	x		x	x
Sectoren	Retail Food	Retail non-food	Bouw	Horeca	E-Commerce	Afvalophaling	Servicediensten & installaties	Facilitaire leveringen

Laadinfrastructuur

	x	x	(x)			
Vermogen	3,7kW	11kW	22kW (11kW 2 laders)	50 kW (25kW 2 laders)	150kW (75kW 2 laders)	350kW
Type/aansluiting	1 fase	3 fase	3 fase	DC snellader	DC super snellader	DC ultra snellader
Locatie	Privéterrein	Bedrijfsterrein/Openbaar	Bedrijfsterrein/Openbaar	Bedrijfsterrein/Openbaar	Bedrijfsterrein/Openbaar	Bedrijfsterrein/Openbaar
Laadtijd ¹	5,4u	1,8u	55min	24min	nvt	nvt

1) indicatieve laadtijden voor vierwielers met 20 kWh batterijcapaciteit van het voertuig

Score Card

Kleine bestelwagen

Voertuig

Type:	Zero emissie/ BEV
Configuratie:	M / XL
Prijs:	€ 25.000 - € 32.000
Gewicht:	1.200 – 1.600 kg
Laadvermogen:	600 – 800 kg
Laadvolume	3 – 4 m ³

Voorbeeld: Citroën e-Berlingo Van



Vandaag (2022)

Batterij:	22,5 – 68 kWh
Motorvermogen:	37 – 50 kW
Rijbereik:	100 – 275 km

Verwachte evoluties

Introductie van nieuwe modellen (van zowel bestaande als nieuwkomers) + meer flexibele oplossingen; "BEV zullen evenveel functies en aanpassingsmogelijkheden bieden als hun ICE-tegenhanger"; cfr IAA transportation 2022 aankondigingen, bv. Renault Trafic (vanaf 2023)

Toepassingen

		(x) ²	x	x		x	x	
Sectoren	Retail Food	Retail non-food	Bouw	Horeca	E-Commerce	Afvalophaling	Servicediensten & installaties	Facilitaire leveringen

Laadinfrastructuur

	(x)	x	x	x		
Vermogen	3,7kW	11kW	22kW (11kW 2 laders)	50 kW (25kW 2 laders)	150kW (75kW 2 laders)	350kW
Type/ aansluiting	1 fase	3 fase	3 fase	DC snellader	DC super snellader	DC ultra snellader
Locatie	Privéterrein	Bedrijfsterrein/ Openbaar	Bedrijfsterrein/ Openbaar	Bedrijfsterrein/ Openbaar	Bedrijfsterrein/ Openbaar	Bedrijfsterrein/ Openbaar
Laadtijd ¹	13,5u	5u	2,5u	70min	25min	10min

1) indicatieve laadtijden voor kleine bestelwagens met 55 kWh batterijcapaciteit

2) mogelijke voertuigtypes voor kleine bouwbedrijven, dakwerken, elektriciens, loodgieters, installatie sanitair en verwarming, bezetters, schilders

Score Card

Medium bestelwagen

Voertuig

Type:	Zero emissie/ BEV
Configuratie:	XL 50/ 75
Prijs:	€ 28.500 - € 50.000
Gewicht:	1.600 – 2.100 kg
Laadvermogen:	900 – 1.300 kg
Laadvolume	5 – 7 m ³

Voorbeeld: Citroën e-Jumpy



Vandaag (2022)

Batterij:	45 – 75 kWh
Motorvermogen:	45 - 75 kW
Rijbereik:	230 – 330 km

Verwachte evoluties

Introductie van nieuwe modellen (van zowel bestaande als nieuwkomers) + meer flexibele oplossingen; "BEV zullen evenveel functies en aanpassingsmogelijkheden bieden als hun ICE-tegenhanger"; cfr IAA transportation 2022 aankondigingen, bv. Renault Trafic (vanaf 2023)

Toepassingen

	X ³	(x) ²	x	x		x	x	
Sectoren	Retail Food	Retail non-food	Bouw	Horeca	E-Commerce	Afvalophaling	Servicediensten & installaties	Facilitaire leveringen

Laadinfrastructuur

	(x)	x	x	x		
Vermogen	3,7kW	11kW	22kW (11kW 2 laders)	50 kW (25kW 2 laders)	150kW (75kW 2 laders)	350kW
Type/ aansluiting	1 fase	3 fase	3 fase	DC snellader	DC super snellader	DC ultra snellader
Locatie	Privéterrein	Bedrijfsterrein/ Openbaar	Bedrijfsterrein/ Openbaar	Bedrijfsterrein/ Openbaar	Bedrijfsterrein/ Openbaar	Bedrijfsterrein/ Openbaar
Laadtijd ¹	13,5u	5u	2,5u	70min	25min	10min

1) indicatieve laadtijden voor bestelwagens met 55 kWh batterijcapaciteit

2) mogelijke voertuigtypes voor kleine bouwbedrijven, dakwerken, elektriciens, loodgieters, installatie sanitair en verwarming, bezetters, schilders

3) volgens ontvangen feedback worden non-food winkels vaak beleverd door bestelwagens, voornamelijk voor collis tot 30 kg

Score Card

Grote bestelwagen

Voertuig

Type:	Zero emissie/ BEV
Configuratie:	37/ 70
Prijs:	€ 50.000 - € 66.000
Gewicht:	1.900 – 2.400 kg
Laadvermogen:	1.000 – 1.500 kg
Laadvolume	8 – 11 m ³

Voorbeeld: Citroën e-Jumper



Vandaag (2022)

Batterij:	37 – 70 kWh
Motorvermogen:	75 - 100 kW
Rijbereik:	120 – 250 km

Verwachte evoluties

Introductie van nieuwe modellen (van zowel bestaande als nieuwkomers) + meer flexibele oplossingen; "BEV zullen evenveel functies en aanpassingsmogelijkheden bieden als hun ICE-tegenhanger"; cfr IAA transportation 2022 aankondigingen, bv. Renault Trafic (vanaf 2023)

Toepassingen

	X	X	X	X		X	X	
Sectoren	Retail Food	Retail non-food	Bouw	Horeca	E-Commerce	Afvalophaling	Servicediensten & installaties	Facilitaire leveringen

Laadinfrastructuur

	(x)	x	x	x		
Vermogen	3,7kW	11kW	22kW (11kW 2 laders)	50 kW (25kW 2 laders)	150kW (75kW 2 laders)	350kW
Type/aansluiting	1 fase	3 fase	3 fase	DC snellader	DC super snellader	DC ultra snellader
Locatie	Privéterrein	Bedrijfsterrein/ Openbaar	Bedrijfsterrein/ Openbaar	Bedrijfsterrein/ Openbaar	Bedrijfsterrein/ Openbaar	Bedrijfsterrein/ Openbaar
Laadtijd ¹	13,5u	5u	2,5u	70min	25min	10min

1) indicatieve laadtijden voor bestelwagens met 55 kWh

Score Card

Extra grote bestelwagen

Voertuig

Type:	Zero emissie/ BEV
Configuratie:	41/ 55 < > 3,5t (N1/N2)
Prijs:	€ 50.000 - € 72.000
Gewicht:	2.000 – 4.800 kg
Laadvermogen:	800 – 3.000 kg
Laadvolume	13 – 16 m ³

Voorbeeld: Mercedes e-Sprinter



Vandaag (2022)

Batterij:	41 – 55 kWh
Motorvermogen:	96 kW
Rijbereik:	120 – 230 km

Verwachte evoluties

Introductie van nieuwe modellen (van zowel bestaande als nieuwkomers) + meer flexibele oplossingen; "BEV zullen evenveel functies en aanpassingsmogelijkheden bieden als hun ICE-tegenhanger"; cfr IAA transportation 2022 aankondigingen, bv. Renault Trafic (vanaf 2023)

Toepassingen

			x	x	x		x	x
Sectoren	Retail Food	Retail non-food	Bouw	Horeca	E-Commerce	Afvalophaling	Servicediensten & installaties	Facilitaire leveringen

Laadinfrastructuur

	(x)	x	x	x		
Vermogen	3,7kW	11kW	22kW (11kW 2 laders)	50 kW (25kW 2 laders)	150kW (75kW 2 laders)	350kW
Type/aansluiting	1 fase	3 fase	3 fase	DC snellader	DC super snellader	DC ultra snellader
Locatie	Privéterrein	Bedrijfsterrein/ Openbaar	Bedrijfsterrein/ Openbaar	Bedrijfsterrein/ Openbaar	Bedrijfsterrein/ Openbaar	Bedrijfsterrein/ Openbaar
Laadtijd ¹	13,5u	5u	2,5u	70min	25min	10min

1) indicatieve laadtijden voor bestelwagens N1 met 55 kWh batterijcapaciteit

Score Card

Kleine vrachtwagen

Voertuig

Type:	Zero emissie/ BEV
Configuratie:	Bakwagen of spec. toepassing
Prijs:	€ 60.000 - € 200.000
Gewicht:	2.300 – 5.300 kg
MTM:	3,5 – 7,5t
Laadvolume	Afh. configuratie

Voorbeeld: Fuso eCanter



Vandaag (2022)

Batterij:	41 – 129 kWh
Motorvermogen:	110 – 129 kW
Rijbereik:	70 – 200 km

Verwachte evoluties

Configuratie zoals hier vermeld nog niet beschikbaar (aangekondigd op IAA): Fuso is van plan meer dan 100 modelvarianten van de eCanter aan te bieden voor de internationale markten. Dankzij het PTO-systeem kan de elektrische vrachtwagen ook worden uitgerust met speciale opbouwen zoals een kipper, een kraan achteraan of een bestelwagen met airconditioning.

Toepassingen

			x	x	x		x	x
Sectoren	Retail Food	Retail non-food	Bouw	Horeca	E-Commerce	Afvalophaling	Servicediensten & installaties	Facilitaire leveringen

Laadinfrastructuur

		(x)	x	x	x	
Vermogen	11kW	22kW	50 kW	150kW	350kW	1000kW
Type	3 fase	3 fase	DC snellader	DC super snellader	DC ultra snellader	MCS
Locatie	Openbaar	Bedrijfsterrein/ Openbaar	Bedrijfsterrein/ Openbaar	Bedrijfsterrein/ Openbaar	Bedrijfsterrein/ Openbaar	Bedrijfsterrein/ Openbaar
Laadtijd ¹	11u	5,5u	2,4u	48min	20min	7min

1) indicatieve laadtijden voor een vrachtwagen met 120 kWh batterijcapaciteit

Score Card

Medium vrachtwagen

Voertuig

Type:	Zero emissie/ BEV
Configuratie:	Bakwagen of spec. toepassing
Prijs:	€ 200.000 - € 320.000
Gewicht:	6.000 – 10.000 kg
MTM:	7,5 – 16t
Laadvolume	Afh. configuratie

Voorbeeld: Volvo FL electric



Vandaag (2022)

Batterij:	200 – 395 kWh
Motorvermogen:	100 – 200 kW
Rijbereik:	100 – 330 km

Verwachte evoluties

Introductie van nieuwe modellen, bv. Mercedes-Benz eAtego voor het middelzware segment.

Groeisegment met de komst van nieuwe spelers, zoals Volta trucks, die zich richten op voor stadsdistributie ontworpen voertuigen en innovatieve bedrijfsmodellen (TaaS- truck as a service)

Toepassingen

	x	x	x	x		x	x	
Sectoren	Retail Food	Retail non-food	Bouw	Horeca	E-Commerce	Afvalophaling	Servicediensten & installaties	Facilitaire leveringen

Laadinfrastructuur

		(x)	x	x	x	x
Vermogen	11kW	22kW	50 kW	150kW	350kW	1000kW
Type	3 fase	3 fase	DC snellader	DC super snellader	DC ultra snellader	MCS
Locatie	Openbaar	Bedrijfsterrein/ Openbaar	Bedrijfsterrein/ Openbaar	Bedrijfsterrein/ Openbaar	Bedrijfsterrein/ Openbaar	Bedrijfsterrein/ Openbaar
Laadtijd ¹	32u	16u	7u	2,3u	1u	21min

1) indicatieve laadtijden voor een vrachtwagen met 350 kWh batterijcapaciteit

Score Card

Grote vrachtwagen

Voertuig

Type:	Zero emissie/ BEV
Configuratie:	Bakwagen of trekker/ oplegger
Prijs:	€ 310.000 - € 450.000
Gewicht:	8.000 – 13.000 kg
MTM:	16 – 23t
Laadvolume	Afh. configuratie

Voorbeeld: Mercedes eActros



Vandaag (2022)

Batterij:	200 – 500 kWh
Motorvermogen:	200 – 350 kW
Rijbereik:	130 – 330 km

Verwachte evoluties

Grotere batterijen, bv. eActros LongHaul met een bereik van ongeveer 500 kilometer op één acculading en kan megawatt laden. (2024)

Toepassingen

	x	x	x	x		x	(x)	
Sectoren	Retail Food	Retail non-food	Bouw	Horeca	E-Commerce	Afvalophaling	Servicediensten & installaties	Facilitaire leveringen

Laadinfrastructuur

		(x)	x	x	x	x
Vermogen	11kW	22kW	50 kW	150kW	350kW	1000kW
Type	3 fase	3 fase	DC snellader	DC super snellader	DC ultra snellader	MCS
Locatie	Openbaar	Bedrijfsterrein/ Openbaar	Bedrijfsterrein/ Openbaar	Bedrijfsterrein/ Openbaar	Bedrijfsterrein/ Openbaar	Bedrijfsterrein/ Openbaar
Laadtijd ¹	32u	16u	7u	2,3u	1u	21min

1) indicatieve laattijden voor een vrachtwagen met 350 kWh batterijcapaciteit

Score Card

Extra grote vrachtwagen

Voertuig

Type:	Zero emissie/ BEV
Configuratie:	trekker/ oplegger
Prijs:	€ 450.000 - € 560.000
Gewicht:	11.000 – 35.000 kg
MTM:	23 – 50t ²
Laadvolume	Afh. configuratie

Voorbeeld: Volvo FM electric



Vandaag (2022)

Batterij:	450 – 540 kWh
Motorvermogen:	400 – 500 kW
Rijbereik:	300 – 500 km

Verwachte evoluties

Nieuwe modellen en grotere batterijen, bv. Scania R45 is ontworpen voor regionaal vervoer en kan tot 64 ton vervoeren. De actieradius van de vrachtwagen is ongeveer 350 km en het model zal naar verwachting in de herfst van 2023 beschikbaar zijn. Verdere evolutie's: Megawatt laden, Waterstof (momenteel nog beperkt, bv Hyundai Xcient met 400km autonomie)

Toepassingen

	X	X	X					
Sectoren	Retail Food	Retail non-food	Bouw	Horeca	E-Commerce	Afvalophaling	Servicediensten & installaties	Facilitaire leveringen

Laadinfrastructuur

			X	X	X	X
Vermogen	11kW	22kW	50 kW	150kW	350kW	1000kW
Type	3 fase	3 fase	DC snellader	DC super snellader	DC ultra snellader	MCS
Locatie	Openbaar	Bedrijfsterrein/ Openbaar	Bedrijfsterrein/ Openbaar	Bedrijfsterrein/ Openbaar	Bedrijfsterrein/ Openbaar	Bedrijfsterrein/ Openbaar
Laadtijd ¹	45u	23u	10u	3,3u	1,4u	30min

1) indicatieve laadtijden voor een vrachtwagen met 500 kWh batterijcapaciteit

2) onder bepaalde voorwaarden

CONTACT

Departement Mobiliteit en Openbare Werken
Graaf de Ferrarisgebouw
Koning Albert II laan 20, 1000 Brussel, België
www.vlaanderen.be/mow